Hobbit

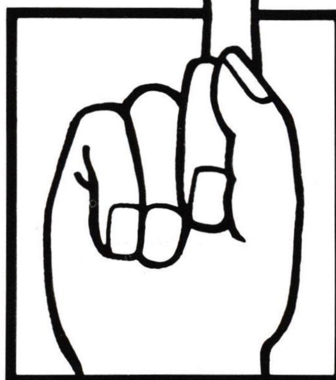
Maandblad voor Hobby-elektronica

nr. 2
september 1980
f 3,75 | F 60

Donder en bliksem
Zelf printen maken
2 x 75 Watt versterkersysteem
Reactietester

3 Manieren om zelf uw TI te programmeren





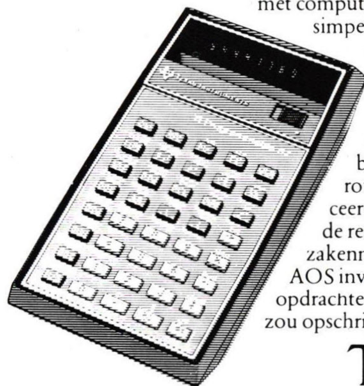


....met modulen.... ....met de hand.... ....met modulen of magneetkaartjes....

Met modulen: TI-58 en TI-58C
Op zich is de TI-58 al een baanbrekende rekenmachine. Met zijn maximaal 480 programmastappen of 60 geheugens kan hij vrijwel elk soort bereke-ning aan: van financiële en statistische tot technische en astronomische.
De TI-58C voegt daar nog eens het niet onaanzienlijke voordeel van een Constant Memory aan toe. Beide machines zijn bruikbaar met verschillende insteekmodulen. Gratis bijgeleverd wordt de „Master Library" module, slechts een vingernagel groot, maar levert wel 25 extra programma's op wiskundig statistisch en financieel gebied.



Met de hand: TI-57
Een zeer laaggeprijsde machine, erg veelzijdig en met computereigenschappen. Via het simpel indrukken van toetsen, kunt u de TI-57 leren om specifieke problemen op te lossen. De 50 multi-toets programmeer-stappen (max. 150 intoet-singen), de 8 meervoudig bruikbare geheugens, de sub-routines, de labels en de geavan-ceerde rekenlineaalfunkties doen de rest. Ideaal voor vakman, zakenman en student. Het ideale AOS invoersysteem maakt het mogelijk opdrachten in te voeren zoals u ze zou opschrijven.



Met modulen en magneetkaartjes: TI-59
Behalve op insteekmodulen werkt de TI-59 ook met magneetkaartjes. Zodat u uw eigen program-ma bibliotheek kunt opbouwen naast die welke in de modulen geprogrammeerd zijn. De TI-59 biedt maximaal 960 program-mastappen of 100 geheugens.





PC-100C: printer voor de TI-58, TI-58C en TI-59
Een uniek stuk randappara-tuur: de programmeerbare TI-58, TI-58C of TI-59 kunnen in een wip op de printer worden bevestigd. Geruisloos en snel wordt uw berekening afgedrukt precies zoals u dat wenst. Zelfs grafische voorstellingen van bepaalde uitkomsten kunnen worden geproduceerd.

adviesprijs incl. BTW:
TI-57 f 139,–, TI-58 f 325,–, TI-58C f 395,–, TI-59 f 999,–, PC-100C f 939,–.



TEXAS INSTRUMENTS

Texas Instruments Holland B.V., European Consumer Division
Laan van de Helende Meesters 421a, 1186 AL Amstelveen, tel. 020 - 47 33 91

Verkrijgbaar o.a. bij de volgende bedrijven: **Amsterdam,** • Lorjé, 3 zaken, 020-232701, • Valkenberg, 3 zaken, 020-184022, • Vroom & Dreesmann, 60 zaken, 020-5959111, **Den Bosch,** • CIB, 225 zaken, 073-215315, • Dixons, 41 zaken, 073-420505, **Heerlen,** • Sokla, 1 zaak, 045-724379, **Hengelo,** • Neco, 25 zaken, 074-427275, **Lelystad,** • Capi Lux, 15 zaken, 03200-22844, **Nijkerk,** • Expert, 126 zaken, 03494-54894, **Pijnacker,** • All Wave, 10 zaken, 01736-5961, **Rotterdam,** • KMC, 1 zaak, 010-137070, **Tilburg,** • Aarts, 5 zaken, 013-430040, **Wychen,** • Veneka, 130 zaken, 08894-12185, **Zaandam,** • Wastora, 1 zaak, 075-127127. Volledige dealerlijst op aanvraag verkrijgbaar.

Omcirkel no. A1 op de Infokaart.

Colofon

Hobbit

Maandblad voor Hobby-elektronica

Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften

Redactie, administratie en advertentie-afdeling Nederland:
Postbus 23, 7400 GA Deventer
Tel.: 05700-91911 Postgiro 861221, telex 49540

België:
Abonnementen: KBnr. 408-0012005-42
Advertenties: KBnr. 408-0012007-44

Redactie:
H. ten Bosch, hoofdredacteur
P. J. Smulders
Tj. Venema

Vaste medewerkers:
ir. F. H. J. F. Janssen, drs. W. D. M. Janssen, H. Leydens, B. van Wierst, D. Winia.

Abonnementen:
Nederland:
Jaarabonnement (excl. 4% btw) ***f* 36,50**
Losse nummers (incl. 4% btw) ***f* 3,75**
Buitenland ***f* 101,– per jaar**
Luchtposttarief op aanvraag

België:
Jaarabonnement **F 620,–** (incl. 6% btw)
Losse nummers **F 60,–** (incl. 6% btw)

Een nieuwe abonnee kan zich voor inschrijving wenden tot: Kluwer Technische Tijdschriften, Van Putlei 33, 2000 Antwerpen.

AMAVOX, Transistorstraat 1, 3590 Hamont tel.: 011-445156. Collectieve abonnementen dienen afgesloten te worden bij: Kluwer Technische Tijdschriften, Antwerpen.

Nieuwe abonnees ontvangen van de administratie een stortings-acceptgirokaar. Men wordt verzocht voor betaling van het abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken. Opzegging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk 1 maand voor het einde van het kalenderjaar, nadien vindt automatisch verlenging voor 1 jaar plaats.

Nederland:
Advertenties
H. Smienk 91471
Inlichtingen redactie
Dinie Kauw 91487
Inlichtingen abonnementen
Manny Roman 91463

België:
Redactie: M Verstrepen
Advertentie exploitatie: G. Vercammen
Reclame en promotie: D. Apers

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissements-Rechtbanken en bij de Kamers van Koophandel in Nederland.

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren.

lid NOTU, Nederlandse Organisatie van Tijdschrift-Uitgevers
lid FPPB, Federatie van de Periodieke Pers voor België.
ISSN 0165 - 375 x

Van de redactie

COLLEGIALITEIT ?

In de grijze oudheid toen de MARC regeling nog geen feit was en het ondenkbaar leek dat de PTT ooit toe zou geven aan de drang van de amateurs, werd in interviews de geweldige collegialiteit en behulpzaamheid van de 'amateur' geroemd.
'Amateurs' waren een bijzonder slag mensen met gevoel voor de medemens. De burgerband, mits eenmaal toegelaten, zou een zegen voor de burger betekenen. Beter dan praatpalen, beter dan de politie en brandweer, zou de hulp aan de burger door de burgerband tot ongekende menslievendheid leiden.
De teleurstelling nu de MARC burgerband er dan is kent vrijwel geen grenzen. Kanaal negen, notabene noodkanaal bij onderlinge ongeschreven overeenkomst, wordt gebruikt voor patat-geleuter tussen allerlei huisvrouwen en kleine jongens die op de bak van broer of pa zitten. Kanaal veertien wordt schaamteloos schoongeblazen door onbenullen die menen hun kracht met lineair geweld door de antennes te moeten persen.
Onbegrip en onverstand vieren hoogtij. Dat wat zend-amateurs zouden moeten zijn, zijn anonieme misbruikers van een medium dat veel meer genoegen zou moeten kunnen geven. Het wordt praktisch onbruikbaar door ellenlange conversatie van mensen die met niet toegelaten apparaten de kanalen bezetten.
Het is niet juist het probleem terug te verwijzen naar de PTT die de zaak niet in de hand zou hebben! Het is een zaak van alle MARC gebruikers samen. Amateurs met bakken die zich aan de regels houden kunnen hun zelfbeheersing tonen door een break te maken en anderen op te voeden. De handel dient de drang naar winst te laten wijken voor het gezonde verstand: handelaren die illegale spullen leveren dienen te beseffen dat het niet fair is een legale amateur in de wielen te laten rijden. De koper die vijfhonderd gulden neertelt voor bakkie en antenne moet hem zoveel waard zijn, dat hij die koper respecteert en de illigale apparaten niet langer verkoopt. Wie bij handelaren illegale apparaten ziet, moet gewoon niet kopen bij die handelaar.
Na januari 1981 zal de rage voor de huidige MARC apparaten sterk afnemen. De eerste generatie MARC apparaten raakt nu al uit de mode en de vraag in de handel neemt zo sterkt af, dat handelaren de prijzen al met 50% en meer hebben laten zakken. Na de voorjaarsopruiming wordt de hobby een stuk interresanter. Wie de tijd en het geld op wil brengen kan dan de tweede generatie apparatuur aanschaffen die veel meer mogelijkheden biedt binnen een half watt door selectieve oproep mogelijk te maken.

Hein ten Bosch

Inhoud

omslagfoto: Nico v.d. Stam NVP

Hobby voedingen van Farnell

Er is nog nooit een schakeling of een systeem gebouwd dat niet eerst op een werktafel is ontwikkeld; met veel spaghetti en losse printjes en gevoed uit een tafelvoeding die voor die gelegenheid was afgesteld op de vereiste voedingspanning.
De belangrijkste eis die men aan een goede hobbyvoeding mag stellen is dan ook de uitgangspanning binnen ruime grenzen regelbaar is. Bovendien moet die uitgangspanning en liefst ook de opgenomen stroom, afleesbaar zijn. Vanzelfsprekend moet de ingestelde uitgangspanning ook nauwkeurig en stabiel zijn, zowel bij belastingvariaties als bij netspanningsveranderingen.
Aan deze eisen voldoen de tafelvoedingen van Farnell's E30-serie in alle opzichten. De serie bestaat uit drie modellen, die alle drie rechtstreeks op het net (220V/50Hz) kunnen worden aangesloten. Model E30/1 kan 0-30V bij maximaal 0,5A of, na het omzetten van een schakelaar, 0-15 V bij 1 A leveren.
Voor model E30/2 bestaat in feite uit twee afzonderlijke tafelvoedingen in één kast. Van de twee uitgangen kan, onafhankelijk van elkaar, 0-30V bij 1A of 0-15V bij 2A worden afgenomen.



Alle voedingseenheden hebben een ingebouwde analoge meter waarop uitgangspanning of -stroom kan worden afgelezen (de ET30/2heeft er twee). De stabilisatie bij ±10% netspanningsvariatie is beter dan 0,02% en bij maximale belastingvariatie beter dan 0,03%.
De effectieve waarde van rimpel en ruis is kleiner dan 1mV en de temperatuurcoëfficiënt is beter dan 0,02%/°C. De voedingseenheden hebben een ingebouwde stroombegrenzer die begint te werken bij 110% van de maximale uitgangstroom. Na het wegnemen van de overbelasting of de kortsluiting herstelt de uitgangspanning zich automatisch. Dit geldt niet alleen bij plotselinge overbelastingen, maar ook bij geleidelijke.

Inl. Koning en Hartman Elektrotechniek BV, Koperwerf 30, 2544 EN Den Haag. (070) 210101.

Voor meer informatie: Omcirkel nr. 211. van de info-kaart.

NTS-LEERGANGEN VOOR TECHNIEK EN MANAGEMENT

De najaarsleergangen van de Stichting Nederlandse Technische School starten binnenkort opnieuw in tal van plaatsen. Deelneming aan deze avondleergangen is thans mogelijk in Amsterdam, Arnhem, Bergen op Zoom, Breda, Eindhoven, Enschede, Groningen, Heerenveen, 's-Hertogenbosch, Leiden, Maastricht, Rotterdam, Utrecht, Venlo en Zwolle.
De leergangen in de sector Techniek zijn Industriële elektronica, Microcomputers, Elektronische regelingen en meetmethoden, Medische elektronica, Programmeerbare besturingen, Industriële elektrotechniek, Informatica, Meet- en regeltechniek, Verwarmings- en luchtbehandelingstechniek, Hydrauliek en pneumatiek en tekenen en tekeninglezen.
Elke leergang bestaat uit twee of meer cursussen van drie maanden, met één lesavond van drie uur per week. De deelnemers beginnen dan ook altijd met het blok dat de beste aansluiting biedt op hun huidige kennis. Deelneming aan de cursussen heeft tevens het voordeel dat in korte tijd een degelijk en praktisch inzicht wordt verkregen. Dit wordt mede bereikt door de integratie van theorie en praktijk. Deze methode heeft een groot leereffect, terwijl de deelnemers bovendien hun nieuw-verworven kennis direct in hun job kunnen toepassen.
Na voltooiing van een cursus ontvangen de deelnemers een verklaring als bewijs dat zij met succes aan een praktijkgerichte studie hebben deelgenomen. Het examen aan het einde van een leergang wordt tweemaal per jaar te Utrecht afgenomen onder toezicht van een rijksgecommitteerde, want de NTS is erkend door de minister van onderwijs en wetenschappen.

Inl.: Centraal bureau van de NTS, Jacob Marisstraat 61, 1058 HX Amsterdam, (020) 15 72 22.

Voor meer informatie: Omcirkel nr. 212 van de info-kaart.

Akoestische leidingzoeker

Het nadeel van veel leidingzoekers is dat er nogal moeilijk verkrijgbare componenten in voorkomen. Daarnaast werken de meeste optisch, wat in de praktijk meestal niet optimaal blijkt te voldoen.

Het doel van een leidingzoeker is op te sporen waar zich in muren, plafonds en vloeren elektrische leidingen bevinden. Omdat zich rond elke elektrische leiding een magnetisch veld bevindt, kan hiermee de leiding in kwestie worden aangetoond. Hiervoor is een apparaat nodig dat de (meestal zwakke) magneetvelden rond leidingen kan onderscheiden. Daarbij doet zich in de praktijk een moeilijkheid voor. Gezien de hoeveelheid elektrische leidingen in elk huis is vrijwel overal in de woning een zwak magnetisch veld aanwezig. Een leidingzoeker die werkt volgens het ja-nee principe heeft daarbij niet zoveel effect. Immers zo'n ding moet dan kritisch worden ingesteld en het is maar de vraag in welke geval een zwak magnetisch veld in een ruimte of bij een leiding wordt geconstateerd.
In die gevallen voldoet een optische indicator meestal niet. Daarbij wordt gewerkt met licht, waarbij het meestal de bedoeling is dat het licht aangaat als er een leiding wordt opgespoord. Een dergelijke schakeling werkt alleen maar goed als er een groot onderscheid is tussen het magnetisch veld in de ruimte waarin men zich bevindt en het magnetisch veld rond de leiding die wordt opgespoord.
Een betere methode voor het opsporen van leidingen is mogelijk m.b.v. de zogenaamde akoestische vergelijkingsmethode.

Hoe werkt dat? Wel, hierbij wordt via een versterkerschakeling de 'bromtoon' van het magnetisch veld rond de lichtnetleidingen hoorbaar gemaakt. Via een hoofdtelefoon wordt geluisterd naar de bromtoon, die meestal aanwezig is. Deze toon komt niet door een slechte voeding van de detector, maar van het magnetisch veld dat zich overal in huis bevindt. Als het apparaatje wordt verplaatst zal de hoorbare toon veranderen. Dit gaat zowel in sterkte als in klank. Een sterker wordend geluid duidt erop dat het magneetveld sterker wordt, zodat het apparaatje zich meer in de buurt van de leiding bevindt waardoor het veld wordt veroorzaakt. De klankverandering, vooral in die zin dat er een helder geluid ontstaat, bevestigt het eerst waargenomen effect.
Door nu de leidingzoeker bijvoorbeeld bij een muur te houden kan worden vastgesteld waar het magneetveld het sterkst is. Op die plaats zal zich in de muur zeker een leiding bevinden. Enig oefenen met de leidingzoeker is vrij gemakkelijk door gewoon een reeds bekende leiding te nemen. Na enige oefening zal blijken dat men via de akoestische opsporingsmethode feilloos leidingen kan vaststellen. Ook metaal is gemakkelijk op te sporen, omdat hierbij meestal ook een sterker magnetisch veld aanwezig is.

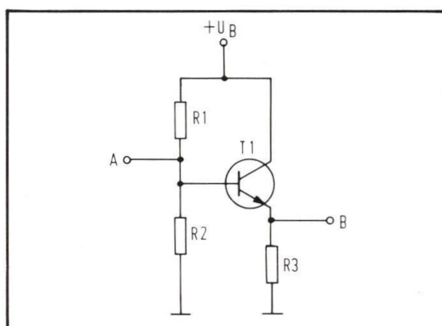
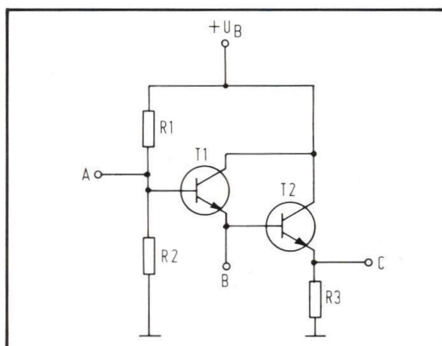


Fig. 1. Een emittervolger is bedoeld om de ingangsweerstand omhoog te brengen. Daarbij treedt geen spanningsversterking op.

Hoogohmige ingang

Een belangrijke voorwaarde voor een goed werkende leidingzoeker is een hoogohmige ingang. Hiermee wordt dan het magnetisch veld 'opgepikt'. Als antenne wordt een kort stukje koperdraad gebruikt, met een lengte van ca. 5 cm. Een karakteristieke hoogohmige versterker is de zogenaamde emittervolger. Figuur 1 geeft daarvan het schema.

Fig. 2. Een darlington emittervolger maakt gebruik van 2 transistoren, waardoor de ingangsweerstand extreem ver omhoog kan worden gebracht.



Punt A is de hoogohmige ingang en B de relatief laagohmige uitgang. Kenmerk van een schakeling volgens fig. 1 is dat er geen spanningsversterking plaats vindt. Integendeel: het signaal op B is iets kleiner dan bij A. Wel gaat de weerstand van punt A, door de transistorwerking, drastisch omhoog. Dit komt door de stroomversterking van T1. Op B is de weerstand net zoveel kleiner als het quotiënt van de weerstand op punt A en de stroomversterking vanT1.
De weerstand op A is daarbij gelijk aan de parallelschakeling van R1 en R2, terwijl ook R3 een rol speelt. Op punt B komt bij de genoemde berekening eigenlijk nog weerstand R3, die bij de weerstand op punt A moet worden ingecalculeerd. Hoewel de trap volgens fig. 1 een redelijke ingangsimpedantie kan hebben is de 'overzetverhouding' nog niet groot genoeg voor verdere sturing. Nu is punt A te laagohmig of punt B te hoogohmig. Een oplossing geeft fig. 2.
Hier zien we een zogenaamde darlingtonschakeling, waarbij 2 transistoren achter elkaar zijn geschakeld. Nu wordt de weerstand op punt A (eigenlijk heet dat 'impedantie') eerst via transistor T1 omhoog gebracht, terwijl op B al een veel kleinere weerstand staat. B is de ingang van transistor T2. Deze transistor brengt de weerstand van B verder omhoog, terwijl op C een extreem lage weerstand staat, die voor ons bruikbaar is om te worden gekoppeld met een speciale versterker.

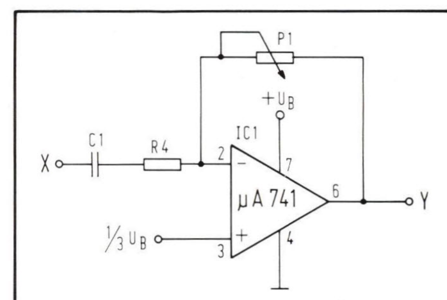


Fig. 3. Als spanningsversterker wordt een µA741 OpAmp gebruikt. Deze heeft bovendien een laagohmige uitgang.

De OpAmp

Figuur 3 geeft deze versterkerschakeling. Het gaat hier om een operationele versterker (OpAmp) van het bekende type µA741.
Deze versterker heeft 2 tegenstelde ingangen en één uitgang. Een OpAmp kenmerkt zich door de zeer hoge versterking en laagohmige uitgang. Op punt X komt het signaal van de ingangstrap binnen. Via koppelcondensator C1 en weerstand R4 komt het signaal op punt 2 van het IC. Dit is de inverterende ingang. Versterkt

komt het signaal op punt Y te voorschijn en kan daarbij vrijwel direct aan een hoofdtelefoon worden gekoppeld.
De versterking van IC1 is gelijk aan de weerstandsverhouding van P1 en R4. Met P1 wordt de versterking ingesteld. Voor een effectieve werking van de leidingzoeker wordt punt 3 van IC1 op 1/3 van het voedingsspanningsniveau gelegd. Mede hierdoor is het grote klankonderscheid

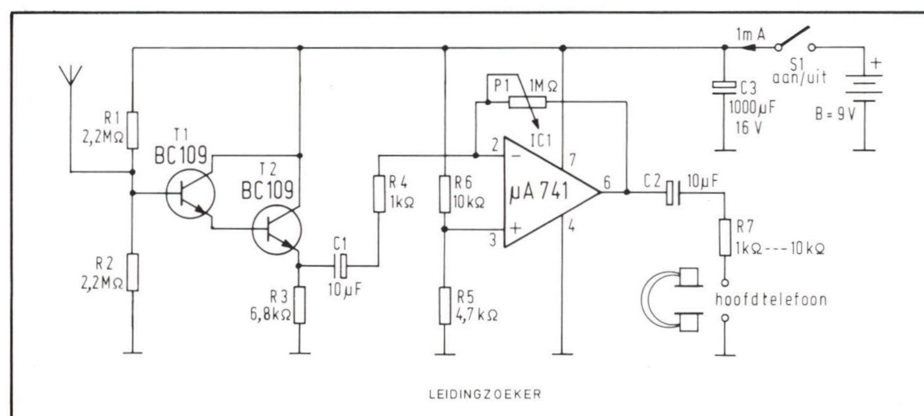


Fig. 4. Het complete schema van de leidingzoeker bestaat uit een darlington ingangstrap, met daarachter een spanningsversterker.

waar te nemen in de hoofdtelefoon. Dit klankonderscheid wordt in belangrijke mate veroorzaakt door signaalvervorming.

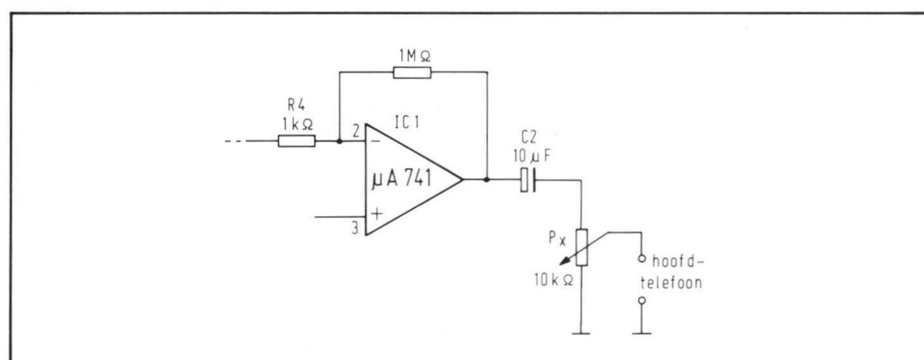
Het complete schema

Figuur 4 geeft het complete schema van de leidingzoeker. Aan de basis van T1 komt een kort draadje, dat dienst doet als antenne.
T1 en T2 vormen samen de darlingtontrap. IC1 versterkt het signaal. Op punt 6 van IC1 staat het versterkte signaal laagohmig ter beschikking.
Elco C2 ontkoppelt de gelijkspanning en weerstand R7 zorgt voor verdere aanpassing aan de hoofdtelefoon. Afhankelijk van de soort hoofdtelefoon wordt de waarde van R7 gekozen. Voor laagohmige typen krijgt R7 een waarde van 1 kΩ, terwijl bij hoogohmige typen voor R7 10 kΩ wordt gekozen.
Voor de voeding van de leidingzoeker kan gebruik worden gemaakt van een 9 V mini power pack. De stroomopname van de schakeling is uitermate gering (ca 1 mA), zodat de batterij lang meegaat.
Elco C3 is noodzakelijk om de schakeling enigszins te stabiliseren. i.p.v. deze elco kan meestal ook wel een kleine condensatorwaarde worden aangebracht over R5. Hierbij voldoet 0,1 . . . 0,47 μF. Het effect van deze condensator komt redelijk overeen met de werking van C3.
De schakeling kan gemakkelijk op gaatjesbord worden opgebouwd. Monteer IC1 op een voetje. Dat vergemakkelijkt eventuele service.

Andere gevoeligheidsregelaar

I.p.v. potmeter P1 uit fig. 4 kan hiervoor ook een vaste weerstandswaarde worden aangebracht. In dat geval kan de gevoeligheidsregelaar worden aangebracht zoals fig. 5 laat zien. Px stelt hier de nieuwe regelaar voor, die nu een waarde heeft van 10 kΩ. P1 is vervangen door een weerstand van 1 MΩ. Het voordeel van de regeling volgens fig. 5 is gelegen in het feit dat hierbij het signaalniveau werkelijk nul kan worden gemaakt. Bij P1 uit fig. 4 is er altijd nog een geringe restwaarde. Deze is echter in de praktijk te verwaarlozen.

Fig. 5. De volumeregelaar kan eventueel ook worden verplaatst naar de uitgang. In dat geval wordt P1 uit fig. 4 vervangen door een vaste weerstandswaarde.

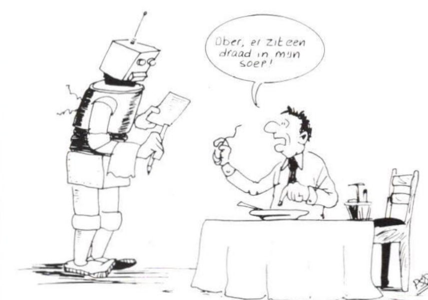


Wat is eigenlijk een meerdekschakelaar?

De meerdekschakelaar is een 'vermenigvuldiging' van de eenvoudige meerstandenschakelaar. Zijn bijvoorbeeld voor een bepaalde toepassing twee 6-polige meerstandenschakelaars nodig die mechanisch met elkaar gekoppeld zijn, dan kunnen ze door een enkele as worden bediend. We spreken dan van een schakelaar met twee dekken. Iedere schakelaarfunctie, 1 x 6 contacten, is mechanisch op een afzonderlijk dek ondergebracht. Hebben we twee dekken met elk zes schakelaarposities dan spreken we van een tweedekschakelaar ofwel van een schakelaar met 2 x 6 contacten. Het eerste getal geeft in dit geval het aantal dekken aan en het tweede getal het aantal contacten per dek. Drie dekken met elk vier schakelaarposities duiden we dan aan als een 3 x 4 contactenschakelaar.

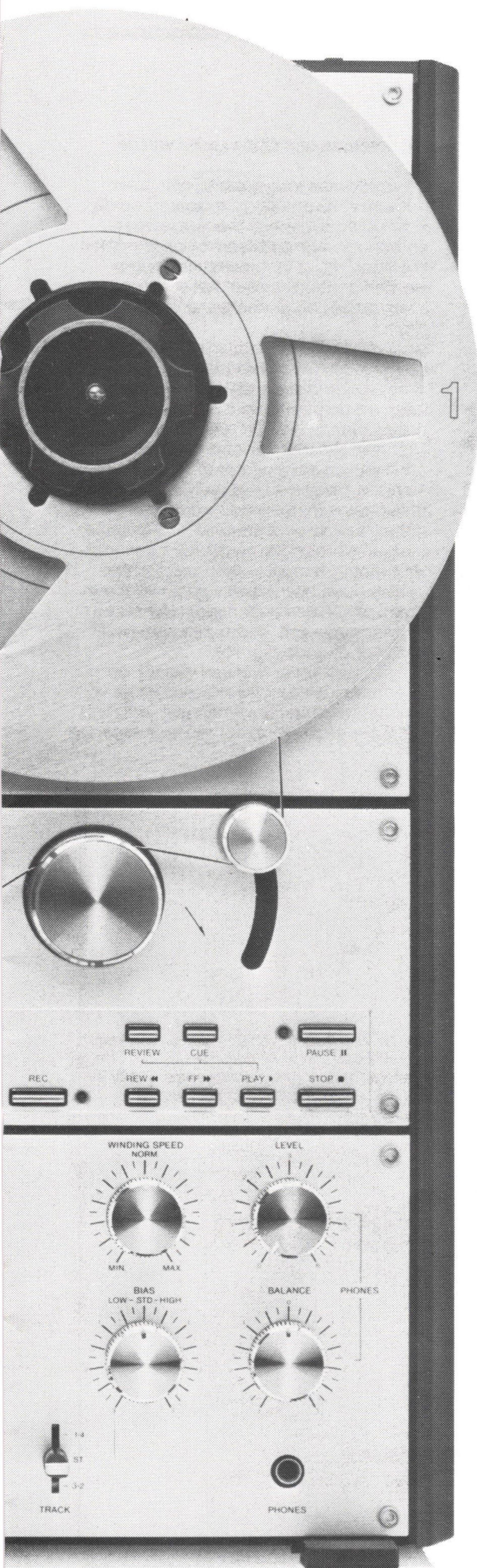
Hob-bit op Intratel

Vanaf zaterdag 27 september tot en met zondag 5 oktober heeft de tweejaarlijkse internationale beurs voor HiFi, 'Intratel', plaats in het tentoonstellingsgebouw (Heizel) te Brussel. Benevens meer dan 65 HiFi importeurs/fabrikanten, zullen ook Hob-bit, Radio Elektronica, Stereo Beeld Test en andere tijdschriften en publicaties van Kluwer Technische Tijdschriften met een stand aanwezig zijn op Intratel '80.
De beurs heeft plaats in paleis 11 van het tentoonstellingspark en is iedere dag geopend van 10.00 uur . . . 19.00 uur.
Op 30 september en 3 oktober is de beurs langer geopend, nl. tot 21.00 uur. De toegangsprijs bedraagt 60 BF, kinderen onder de 12 jaar gratis. Bezoekers die per trein reizen krijgen een korting van 50 % op het normale trajecttarief.





Philips HiFi/stereo recorderdeck N4520.



PHILIPS

Met PLL kwarts-gestuurde aandrijving van de toonas en Direct Drive op de spoelassen.

'n Redelijk gelijkend portret in woorden van dit superdeck ziet er ongeveer zo uit:

— drie motoren, vier sporen en drie snelheden, waaronder 38cm/sec.
— elektronische bandlengtemeter, gestuurd door twee foto/elektrische cellen, met digitale aanwijzing en memory-stop.
— drie koppen; hyperbolische FSX/Sendust opname- en weergavekoppen en dubbel-spleet Ferriet wiskop
— elektronische regeling van het band-transport
— 26 cm haspeldiameter
— mogelijkheden o.a.: echo, mengen, review, cueing, sound-on-sound en voor- en nabandcontrole.

Bekijk deze audiomachine in de Philips audiobrochure, of laat 'm demonstreren bij de HiFi-dealer.
Bruto-adviesprijs f 2.895,-.

Philips. Vooruit in geluid.

Zelf printen maken: niet zo moeilijk als het lijkt!

Iedereeen kent ze zo langzamerhand wel: de gedrukte bedradingen. Zonder deze printplaten zou het bouwen van vele elektronische schakelingen al gauw uitmonden in een chaotische toestand, waarbij de verschillende componenten door middel van losse verbindingsdraadjes met elkaar zouden moeten worden verbonden.
Voor proefschakelingetjes is deze manier van verbinden zo gek nog niet, maar als het definitieve ontwerp vast staat zullen de componenten toch op een ordelijke manier met elkaar in verbinding moeten worden gebracht.

Wat is een gedrukte bedrading?
Een gedrukte bedrading of kortweg 'print' (van het Engelse 'printed circuit') bestaat uit een pertinax- of epoxyharsplaat waarop een kopersporenpatroon is aangebracht.
Dit patroon is zodanig ontworpen, dat de op de andere kant van de plaat aangebrachte weerstanden, dioden, transistoren en IC's met elkaar zijn verbonden zoals het principeschema van de betreffende schakeling weergeeft. Natuurlijk lopen de sporen op de print niet zoals de verbindingsdraden in het schema. In het schema immers kunnen kruisingen voorkomen, die in werkelijkheid niet bestaan. Op de print zijn deze kruisingen dan ook niet toegestaan, omdat anders een galvanische verbinding tot stand zou worden gebracht.

Het kan voorkomen dat de schakeling zo ingewikkeld is dat deze niet zonder meer als sporenpatroon op een zijde van de plaat te zetten is. Als de sporendichtheid namelijk zo groot is dat een verbinding hierdoor niet meer kan worden gemaakt, wat dan?
We moeten dan een kunstgreep toepassen. We zorgen dan namelijk, dat de gewenste verbinding niet op de koper- maar op de componentenzijde tot stand wordt gebracht. Op de koperzijde worden dan twee 'eilandjes' gemaakt, waar eventuele andere kopersporen tussendoor kunnen lopen.

Op de componentenzijde wordt nu een stukje montagedraad in de twee gaatjes geprikt en op de koperzijde vastgesoldeerd. We spreken dan van een draadbrug, soms komt men ook de benamingen 'jumper' of 'link' tegen. We hebben nu toch een 'kruising' gemaakt, maar omdat deze niet in het zelfde vlak ligt ontstaat er geen kortsluiting met andere kopersporen.

Andere mogelijkheden
Als echter de schakeling zo ingewikkeld is dat we door de draadbruggen de componenten niet meer zouden zien, dan passen we een dubbelzijdige print toe. Het principe hiervan is hetzelfde als dat van de enkelzijdige print, alleen lopen er nu kopersporen aan beide zijden van de plaat.
Dit wordt vaak toegepast bij computerprinten, vanwege de vele geïntegreerde schakelingen die hier moeten worden verbonden. Het probleem bij deze printen is echter, dat er verbindingen moeten worden gemaakt tussen het sporenpatroon op de componenten- en de andere zijde.
Voor de elektronica-amateur bestaat hier de mogelijkheid om verbindings-eilandjes in het sporenplan op te nemen waarin dan later, als de print klaar is, kleine stukjes draad kunnen worden gesoldeerd.
Hiervoor kan men bijvoorbeeld goed het afval van de aansluitdraadjes van weerstanden, dioden enz. gebruiken. Voor professionele toepassingen wordt doorgemetalliseerde print gebruikt. Het principe hiervan wordt in fig. 1a duidelijk gemaakt.
Voor hobby-toepassingen is dit echter veel te duur, bovendien voldoet voor een enkel printje een door middel van draadverbindingen zelf 'doorgemetalliseerde' print net zo goed (fig. 1b).
Tot slot bestaat er nog een variant, de zogenaamde multi-layer. Hoe hier de verbindingen tot stand worden gebracht is in fig. 2 aangegeven: *in* het uitgangsmateriaal

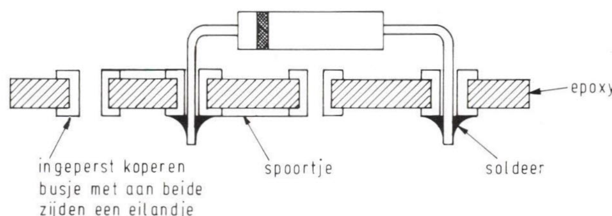


Fig. 1a. Doorgemetalliseerde print. De ingeperste koperen busjes verzorgen de verbinding tussen de beide koper eilandjes. Aan één kant solderen is voldoende.

Fig. 1b. Met behulp van een stukje draad kan men zelf ook een print 'doormetalliseren'. De eilandjes moeten wel precies onder elkaar liggen. Hier moet aan beide zijden worden gesoldeerd.

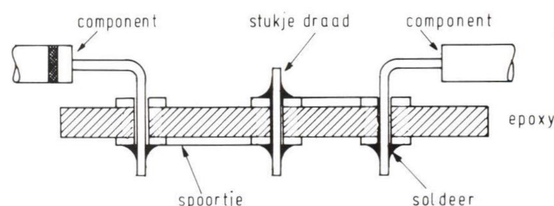
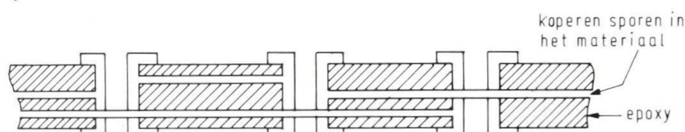
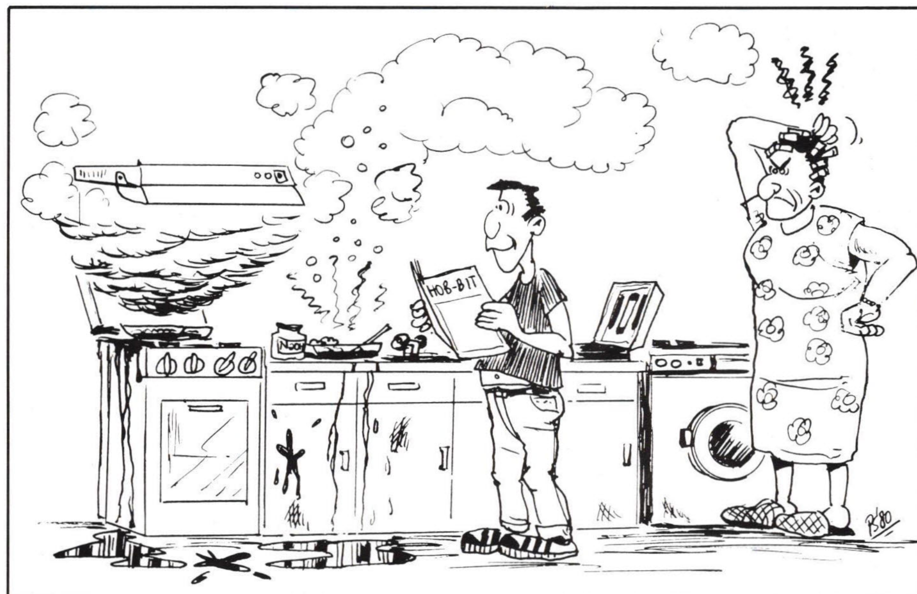


Fig. 2. Bij een multi-layer print bevinden zich in het materiaal diverse lagen met koperspoortjes.



(meestal epoxy) worden verschillende lagen met koperen verbindingen aangebracht. Het spreekt vanzelf dat dit voor onze toepassingen helemáál buiten de boot valt.



Hoe wordt een print gemaakt?
Men gaat uit van een 'drager', vroeger vaak pertinax, tegenwoordig veelal epoxy. Deze drager is 1 . . . 2 mm dik.
Hierop wordt een dunne koperlaag gewalst met een dikte van 35 . . . 70 μm. Deze laag wordt vaak geplakt met giethars voor een betere hechting. Het geheel ziet er dan uit zoals in fig. 3a is weergegeven. Deze plaatjes zijn zo in de onderdelenhandel verkrijgbaar.
Het koper wordt nu goed vetvrij gemaakt, want hierop wordt een fotogevoelige laag aangebracht die anders niet zou hechten. (fig. 3b). Nu wordt het getekende of geplakte printontwerp (lay-out) op deze laag gelegd en vervolgens wordt het geheel belicht met een UV-lamp. Dit is weergegeven in fig. 3c.
Het fotogevoelige materiaal dat op het koper is aangebracht heeft de eigenschap een chemische verandering te ondergaan indien het door dit ultra-violet licht wordt getroffen. Dit is in fig. 3d getekend. De zwarte laag is niet door het UV-licht getroffen en behoudt dezelfde eigenschappen als voorheen, maar het gedeelte dat gestippeld is aangegeven heeft onder invloed van dit licht een verandering ondergaan.

De volgende fase van het proces is het ontwikkelen. Het geheel wordt nu in een bad ondergedompeld waarin zich een chemische oplossing bevindt, meestal natriumhydroxide. De fotolaag die belicht is geweest is hier gevoelig voor en lost langzaam op in de vloeistof. Wat nu overblijft is het koper waarop de delen waar later sporen moeten komen worden beschermd door het laagje fotolak dat niet belicht en dus ook niet ontwikkeld is (fig. 3e).
Tot slot wordt het plaatje ondergedompeld in een etsbad, waarbij het onbeschermde koper wordt weggeëtst. We houden nu de eigenlijke print over. (fig. 3f).
De resterende fotolaag op de kopersporen wordt met wat aceton of terpentine verwijderd. (fig. 3g). Om oxydatie van het koper tegen te gaan brengen we een beschermende laag aan. Hiervoor gebruiken we een harssoort, wat tevens het solderen vergemakkelijkt.

Beginnen bij het begin: de lay-out
Nu we weten wat de bedoeling is gaan we zelf een print maken. Het eerste wat we nodig hebben is de lay-out, het sporenplan dus.
Het is niet zo eenvoudig te zeggen, hoe men de kortste verbindingen kan maken. Ook hier geldt: er zijn vele wegen die naar de transistor leiden. De gemakkelijkste manier is om eerst een kladje te maken waarop de componenten worden getekend. Als eenmaal de gewenste opstelling is gevonden, moeten we ze onderling gaan verbinden. Als we de componentenopstelling op transparant papier tekenen, kunnen we gewoon het bovenaanzicht hiervan weergeven. De kans op fouten is dan veel kleiner dan dat men zich in allerlei bochten moet wringen om te trachten het IC of de transistor van de onderkant te tekenen.
Hierna draaien we het papier om en op de acherkant tekenen we met een zacht potlood de sporen. Bij een eventuele fout is dit makkelijk weg te gummen zonder de

Fig. 3a. Dit is het uitgangsmateriaal: epoxy (of pertinax) met een dun laagje koper.

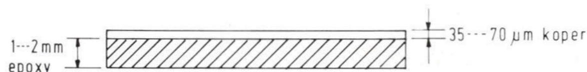


Fig. 3b. Op het koper wordt een fotogevoelige laag aangebracht.



Fig. 3c. De lay-out wordt op de print gelegd en het belichten kan beginnen.

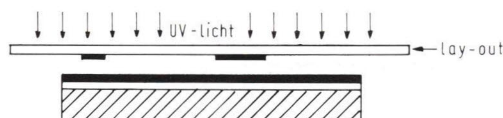


Fig. 3d. De fotogevoelige laag die belicht is geweest zal een verandering ondergaan.



Fig. 3e. Als de print nu in het ontwikkelbad wordt geplaatst, zal het door het UV-licht aangetaste fotogevoelige materiaal oplossen.



Fig. 3f. Het onbeschermde koper kan nu in een etsmiddel worden weggeëtst. De spoortjes worden door de fotolaag beschermd.

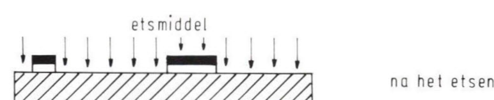
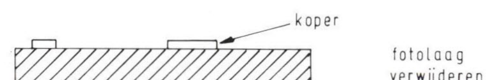


Fig. 3g. Na het etsen kan de resterende fotolaag worden verwijderd, waarna het sporenplan in de vorm van koperbaantjes zichtbaar wordt.



gehele componentenopstelling te zien verdwijnen. En dat er gegumd moet worden staat wel vast: u zult de eerste niet zijn die met een spoortje weg wil, maar zich omringd ziet door allerlei andere sporen. Dan moeten er veranderingen worden aangebracht zodat dit wel mogelijk is. Is het aldus ontstane sporenplan klaar en minstens tweemaal gecontroleerd, dan moeten we de 'nette' lay-out maken. Er zijn nu drie mogelijkheden:

— alle sporen en eilanden worden met inkt op transparantpapier getekend;
— de sporen en eilanden worden met behulp van wrijf- en plaksymbolen aangebracht;
— een combinatie van beide bovengenoemde manieren.

De goedkoopste manier is natuurlijk zelf tekenen. Houdt echter twee dingen goed in de gaten: de sporen moeten absoluut lichtdicht zijn. Als het ontwerp klaar en 'lichtdicht' is, houdt het dan maar eens voor een lamp, dan ziet u wat we bedoelen!
Het komt erop neer, dat u de sporen diverse malen opnieuw met de inktpen moet overtrekken, vooral als ze wat breder zijn. Tevens is het tekenen een tijdrovend karwei, omdat de inkt telkens moet drogen voordat u verder kunt.
Deze problemen doen zich niet voor bij de tweede manier: het plakken.
De sporen bevinden zich reeds op een rolletje: u plakt ze op en snijdt ze met een scherp mesje af: klaar! En volkomen lichtdicht. Deze methode is wel duurder: voor een rolletje betaalt u al gauw zo'n zeven gulden. Hiermee kunt u dan wel voorlopig vooruit: er zit ongeveer 20 meter band op.
Het probleem is echter, dat u rolletjes van verschillende breedten nodig hebt. Waar grotere stromen lopen moeten vanzelfsprekend bredere koperbanen lopen. U kunt natuurlijk diverse dunne baantjes overlappend naast elkaar plakken, maar dan neemt de dikte van de sporen snel toe, waardoor we straks bij het belichten in de knoei komen.
Er zijn diverse plak en wrijfsymbolen in de handel verkrijgbaar: van eilandjes tot complete IC-strip. Indien u besluit tot plakken over te gaan, doe dit dan wel in spiegelbeeld. U plakt dus alsof u tegen de componentenzijde aan kijkt. Met het transparante kladje is dit geen probleem: u hoeft het slechts om te draaien. Als u nu namelijk gaat belichten komen de sporen onder te liggen (op de gevoelige laag dus), waardoor de parallax-fout kleiner wordt. Hierover meer bij het belichten.

Twee manieren van overbrengen

Nu zijn er twee mogelijkheden:

1) U koopt een spuitbus met fotolak en een plaatje epoxy of pertinax met een laagje koper;
2) U koopt een kant en klare voorbespoten print.

De eerste manier is de omslachtigste. Eerst moet de koperlaag met behulp van een huishoudschuurmiddel van oxydatie en vet worden ontdaan. Dit dient secuur te gebeuren, anders houdt de fotolaag straks niet. Het plaatje wordt nu grondig met stromend water afgespoeld, zodat al het reinigingsmiddel is verdwenen. Als de plaat hierna waterdruppels vertoont is dit een teken dat niet al het vet is verdwenen. Is dat wel het geval dan vloeit het water tot een egale waterfilm uit. Het plaatje moet nu goed droog worden gemaakt, bij voorkeur met een föhn (een doek laat dikwijls vezeltjes achter).
Als het plaatje absoluut droog en vetvrij is gaan we het bespuiten. Enige oefening is hiervoor vereist. Houdt de spuitbus ca. 20 cm van de enigszins schuinliggende plaat af en spuit zonder onderbreking in een heen- en weergaande beweging. Als er vlekken op de plaat ontstaan moet men stoppen. De lak zal uitvloeien in een dunne, gelijkmatige laag. De laag moet nu drogen: bij voorkeur in een oven waarvan de temperatuur op ca. 75° C wordt gehouden. Beschikt men niet over een oven dan kan het plaatje op een donkere plek worden gelegd. Bij kamertemperatuur duurt het drogen dan ongeveer 24 uur. Bij het spuiten moet direct zonlicht worden vermeden.

Als u een bespoten print koopt (die uiteraard duurder is), dan hoeft u slechts de beschermfolie hiervan te verwijderen en de reeds opgebrachte en gedroogde fotolaag blinkt u tegemoet.
De beginner raden wij aan om met dit laatste te starten. Het zelf aanbrengen van de fotolaag vereist namelijk nogal wat handigheid, bovendien luistert dit zeer nauw. Het lijkt erg makkelijk om een laklaag egaal op te brengen, in de praktijk ontstaan echter nog wel eens zakkers. Is dit het geval dan kunt u maar beter opnieuw beginnen. Ook komt het voor dat de laag te dun wordt aangebracht. Ook dit zal geen goed resultaat opleveren. De vanuit de fabriek opgebrachte fotolaag is bovendien niet zo kritisch wat betreft de soort en tijdsduur van belichting.

Belichten

Het belichten dient, zoals reeds gezegd, met UV-licht te geschieden. Indien het de bedoeling is dat slechts af en toe een printje wordt gemaakt, kan men de in vrijwel iedere gezin aanwezige hoogtezon gebruiken. Het nadeel hiervan is echter, dat er door de infra-roodstralers (die meestal tevens ingeschakeld worden) een aanzienlijke hoeveelheid warmte wordt geproduceerd, wat voor de fotogevoelige laag niet zo best is. De hoogtezon moet dan minimaal op een afstand van 30 cm worden gehouden, waardoor de belichtingstijd toe neemt. Tegenwoordig zijn speciale UV TL-buizen te koop, waarmee het belichten wat beter zal gaan.
De print wordt nu met de foto-gevoelige laag naar boven op een vlakke ondergrond geplaatst, waarna de lay-out hierop wordt gelegd. Ten slotte wordt hieroverheen een plaat plexiglas of kristalglas gelegd. Gewoon glas houdt in belangrijke mate het UV-licht tegen. Het kan wel worden toegepast, maar de belichtingstijd zal dan natuurlijk ook weer toenemen. Zorg er wel voor dat de lay-out niet gespiegeld ligt (soldeerzijde moet boven!).
Zojuist is al gezegd, dat men er bij het plakken of tekenen van de lay-out voor moet zorgen dat bij het belichten de spoortjes naar beneden wijzen. In de figuren 4a en 4b is duidelijk gemaakt waarom.
De lichtbron is hier voorgesteld als een licht-uitstralend punt. In fig. 4a zijn de sporen boven gericht. De langs de zijkant van het spoortje lopende lichtstraal zal het met A gemerkte vlakje in de schaduw van het spoortje brengen. In fig. 4b is dit vlakje voorgesteld door B. Het zal duidelijk zijn dat dit een ongewenst verschijnsel is daar op deze plaats de laklaag niet optimaal wordt belicht. Het met B gemerkte vlakje is echter aanmerkelijk kleiner dan het met A gemerkte. Om dus de invloed van dit verschijnsel zo klein mogelijk te houden moeten de sporen naar beneden zijn gericht.
De belichtingstijd is sterk afhankelijk van de toegepaste fotolaag, de intensiteit van de lichtbron en de afstand tot de print. bij het gebruik van een hoogtezon, een voorbespoten print en een gewone glasplaat moet men rekening houden met een belichtingstijd van zo'n acht tot tien minuten. Dit zal echter experimenteel moeten worden vastgesteld.
Het beste kan men eerst wat experimenteren met kleine stukjes print van zo'n 3x3 cm. Probeer hierbij verschillende belichtingstijden en afstanden tot de lamp uit, en ontwikkel ze hierna. Pas als een goed resultaat wordt verkregen kan men de 'echte' print gaan belichten. We weten het: het is een vervelend karwei om telkens minutenlang te gaan zitten wachten totdat het probeerseltje belicht is om dan, na ontwikkeling, erachter te komen dat er toch iets niet helemaal goed is gegaan. Maar deze manier van werken is maar eenmalig, en het resultaat is dat er geen groot gat in onze portemonnaie wordt geslagen doordat het printje mislukt is en er dus opnieuw moet worden gespoten, of dat er een nieuwe voorbespoten print moet worden aangeschaft!

Nu gaan we ontwikkelen.

Zo, de print is belicht en nu gaan we met chemicaliën werken. Als ontwikkelaar gebruiken we een oplossing van natriumhydroxyde (NaOH) met water. Deze stof is bij de elektronicawinkel verkrijgbaar, vaak

wordt het bij een voorbespoten print meegeleverd.
De bereiding hiervan is niet zo moeilijk. In een schaaltje wordt wat warm water gedaan, hierin worden de korreltjes opgelost (in 1 liter water wordt ongeveer 7 gram NaOH gedaan). Dit komt neer op ongeveer twee theelepeltjes natriumhydroxyde in een middelgroot, voor driekwart gevuld schaaltje. Let op, voordat het printje hierin wordt ondergedompeld, moeten alle korreltjes zijn opgelost. Is dit niet het geval dan zou, indien de korreltjes met de print in aanraking komen, de fototlaag belicht of onbelicht als sneeuw voor de zon verdwijnen!
Nu wordt het printje ondergedompeld en met een kwastje wordt langzaam over de fotolaag gestreken (een zacht kwastje gebruiken, let op voor krassen). Na enige seconden moet het sporenpatroon zichtbaar worden en na ongeveer 50 seconden moet de plaat geheel ontwikkeld zijn. Is dit niet het geval, dan wordt de plaat op een donkere plek gelegd en de concentratie wat hoger gemaakt door meer NaOH toe te voegen. Goed laten oplossen en opnieuw proberen! Let op dat er geen korreltjes tussen de haren van de kwast achterblijven. Als de plaat ontwikkeld is, zal daar waar geen sporen of eilandjes zijn het blanke koper zichtbaar zijn. Dit is eventueel te controleren met een ohmmeter: waar zich nog lak bevindt is de weerstand oneindig. Ook kan men de print even onderdompelen in het etsmiddel: het koper zal direct verkleuren indien het niet door lak beschermd is. Gooi de ontwikkelvloeistof nog niet weg, straks kan men het nog nodig hebben. De print wordt goed schoongespoeld met water.

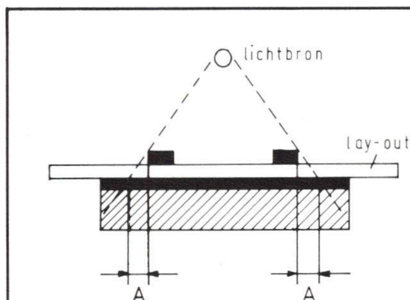


Fig. 4a. In deze figuur is te zien, hoe de parallaxfout ontstaat. het spoortje zal een schaduw werpen op het zich in de omgeving bevindende fotogevoelige materiaal.

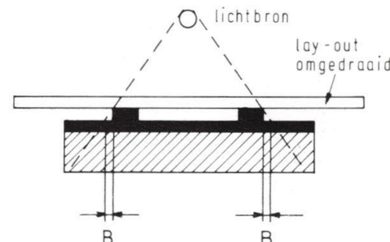


Fig. 4b. Als het spoortje zich op de print bevindt, is de fout kleiner. De parallax-fout speelt vooral een rol indien de sporen zich dicht naast elkaar bevinden.

Etsen

Voor de etsvloeistof bestaan verschillende mogelijkheden:

1) IJzer (III) chloride aangezuurd met zoutzuur (HCl).
2) IJzer (III) chloride of ferrichloride opgelost in water.
3) Zeven delen zoutzuur 35%; één deel waterstofperoxide 30% en 25 delen water.
4) Ammoniumpersulfaat ($S_2O_8(NH_4)_2$) opgelost in water.

Voor de amateur is de eerstgenoemde manier de beste methode. De oplossing is bij de detaillist te verkrijgen.
Opgemerkt dient te worden, dat het etsen de meeste tijd in beslag neemt en dat deze tijd zeer sterk afhankelijk is van de temperatuur. Deze temperatuur moet circa 50°C zijn. Indien de vloeistof te heet is geworden zal het etsen langer duren, dit is ook het geval als de vloeistof (nog) te koud is.
De ruimte waarin men werkt dient goed geventileerd te worden, daar er kwalijke dampen vrij komen. Men kan eventueel (met toestemming van moeder de vrouw natuurlijk) onder de afzuigkap werken. De print wordt nu in de vloeistof gelegd en van belang is, dat de koperzijde telkens opnieuw met 'verse' vloeistof in aanraking komt en dat de afgewerkte vloeistof verdwijnt. Men andere woorden: de vloeistof moet continu in beweging blijven. Hiertoe kan men het schaaltje langzaam aan één kant op en neer bewegen, waardoor de vloeistof als het ware heen en weer 'loopt'. Plekken waar zich toch nog lak bevindt worden met de ontwikkelvloeistof nog wat 'na-ontwikkeld', waarna het blankgeworden koper als nog wordt weggeëtst.
Voor de mensen die dikwijls printen maken is het aan te bevelen zelf een etsbak te maken. In deze glazen of kunststof bak (een oud aquarium bijvoorbeeld) wordt de vloeistof gegoten. Voor het opwarmen kan een verwarmingselement worden genomen dat in de bak wordt gehangen. Het bewegen van de vloeistof kan worden verzorgd door een aquariumpomp, die net als het verwarmingselement bij de dierenwinkel verkrijgbaar is. Let er wel op dat de etsvloeistof metaal en koper zal aantasten, dus deze materialen dienen afdoende te worden beschermd.
Terug nu naar onze print. Men zal op een gegeven ogenblik het koper zien verdwijnen. Dit begint meestal aan de randjes. Als al het koper is weggeëtst komen we aan het laatste onderwerp toe, het nabewerken.

Nu alleen nog nabewerken

De fotolaag, welke zich nu nog op de koperen spoortjes bevindt, kan met behulp van een beetje aceton worden verwijderd. Ook huishoudschuurmiddel en een schuursponsje kunnen hier hulp bieden.
De print moet natuurlijk ook worden geboord. Hiervoor zijn boortjes met verschillende diameters noodzakelijk. Voor IC's bijvoorbeeld is een 0,7 mm boortje het meest geschikt. Sommige dioden, relaisvoetjes, printpennen en andere componenten vereisen echter een grotere diameter. Dit is natuurlijk geheel afhankelijk van de componenten die op de print een plaatsje moeten krijgen, maar over het algemeen heeft men toch wel de volgende boortjes nodig:
0,7 mm; 0,9 mm; 1,0 mm en 1,3 mm.

Als het printje is geboord halen we er met een fijn stukje schuurpapier de braampjes af. Tevens gaat het koper dan mooi glimmen. Tot slot wordt de koperzijde voorzien van een dunne laag blanke lak, die eveneens in de elektronicawinkel als spuitbus verkrijgbaar is. Deze laag wordt op de zelfde manier opgebracht als beschreven bij het bespuiten met foto-gevoelige lak. Als de laklaag goed droog is, kan men met het insolderen van de componenten beginnen.

Tot slot nog een opmerking

Voor professionele toepassingen wordt vaak negatief print gebruikt. Hier is de werking net andersom: het materiaal dat niet belicht is geweest wordt hier door de ontwikkelvloeistof verwijderd. Men dient dus ook een negatieve lay-out te hebben. Een van de voordelen van deze methode is, dat een eventuele beschadiging van het lay-out niet tot gevolg heeft, dat een of andere belangrijke verbinding wordt verbroken. Hooguit zal er een stukje koper bijkomen op een plaats, waar dit niet gewenst is. Vóór het etsen kan men dan hiervan de laklaag afkrabbelen, waardoor ook dit plekje wordt weggeëtst.
Voor onze toepassingen is het werken met positieve lak en lay-out echter verreweg het makkelijkst.
Moch het na deze aanwijzingen en tips nog niet gelukken om zelf een print te maken: geen nood. Bij de bouwontwerpen die in Hob-bit geplaatst worden is meestal een print leverbaar!

P. Smulders.

neem even de tijd

voor de nieuwe dubbel kanaal oscilloskoop **PM 3207 van PHILIPS** en zie dan of je hem kunt missen.



Bandbreedte:
0 Hz... 15 MHz

Gevoeligheid:
5 mV/cm... 10 V/cm

Mogelijkheden:
A A ± B
± B A en B

Tijdbasis:
0,2 s/cm... 0,5 μs/cm
X 5 tot max. 100 ns/cm.

Horizontale afbuiging
via kanaal A

Horizontale bandbreedte:
2 MHz

Trigger bron:
kanaal A, B en Extern

Triggermogelijkheid:
AC et TV

Voedingsspanning:
110 en 220 V/50 Hz

Vermogen: 25 W.

Afmetingen:
370 x 300 x 130 mm

Gewicht: 4,7 kg

Probe set PM 9328
2 probes 0-15 MHz
verzwakking 1/1 en 1/10
meetkabels van 1,10 m.

Betrouwbaar — Degelijk

Licht en modern — Gemakkelijk te bedienen

Vergelijk de PM 3207 met andere oscillokopen en uw besluit zal dan zijn dat zijn prijs meer dan waard is.

BIJ ELKE PM 3207 WORDT GRATIS EEN PROBE-SET PM 9328 MEEGELEVERD INDIEN HIJ BESTELD WORDT VOOR 31 OKTOBER 1980.

1 PM 3207 + 1 PM 9328 = 23.300 BF
(+ BTW)

VRAAG ONS DE LIJST VAN ONZE VERDELERS

PHILIPS NEDERLAND B.V.
AFDELING TEST- EN MEETAPPARATEN
POSTBUS 90050 - 5600 PB EINDHOVEN
TELEFOON: 040-782808

MBLE N.V.
TWEESTATIONSSTRAAT 80
1070 BRUSSEL
TELEFOON: (02) 523.00.00 - 2646

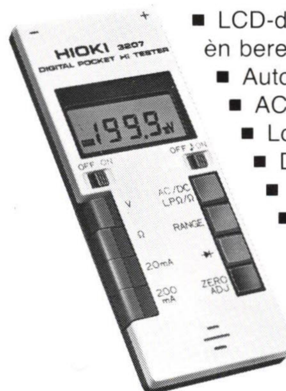
Omcirkel no. A6 op de Infokaart.

3207

HARTOGS b.v. - Afd. MEETTECHNIEK

meetspecialisten:
meer dan 100 multimeters onder 1 dak
introduceren nieuwe pocket DMM-sensatie
de ULTRA platte 3207 van HIOKI
150 x 60 x 12,5 mm

INTRODUKTIEPRIJS 229,-*



- LCD-display m. funktie èn bereik indikatie.
- Auto-ranging.
- AC, DC, Ω.
- Low power Ω.
- DIODE-test.
- 4 mm Ø meetbussen.
- OPTISCHE foutbed, indikatie.
- ook als 3208 met ingeb. KALKULATOR

* kompl. m. tas, snoeren en zilveroxyde batt.
* excl. BTW

Ing. buro HARTOGS b.v.
afd. MEETTECHNIEK
Strevelsweg 700/603 3083 AS R'dam - Tel. 010-817833 - Telex 28925

Omcirkel no. A7 op de Infokaart.

Van Eagle. Meetapparatuur, mengpanelen en microfoons.



Alle informatie over deze zeer specialistische onderwerpen vindt u in onze 60 pagina's tellende kleurenkatalogus.

Vraag aan die katalogus. Hij ligt voor u klaar.



Bon in envelop, frankeren als brief en sturen naar Eagle International, Ridderkerkstraat 15, 3076 JT Rotterdam. Sluit *f* 1,– aan postzegels bij voor de verzendkosten.

Naam: ____________________

Straat: ____________________

Postcode: ____________________

Plaats: ____________________

I

Omcirkel no. A8 op de Infokaart.

Een dagje RCD

Wat er gebeurt voor een MARC-toestel in de winkel ligt

Iedere Nederlander die 14 jaar of ouder is kan bij het postkantoor een vergunning halen om te zenden. Met die vergunning stapt hij naar de winkel om een MARC-bakkie te kopen.
Voordat een MARC-apparaat echter in de winkel kan worden gekocht, moet het door de radiocontroledienst (RCD) van de PTT zijn type-goedgekeurd. Dat dit niet met de Franse slag gebeurt is Hob-bit wel gebleken nadat wij een dagje bij de RCD op bezoek zijn geweest.

Wat is de RCD?

Veel mensen denken dat de RCD zich alleen maar bezighoudt met het keuren van MARC zend/ontvang apparatuur. Niets is echter minder waar.
Met ieder elektrisch apparaat dat op één of andere manier storing kan veroorzaken heeft de RCD bemoeienissen. Zo kunnen huishoudelijke apparaten als wasmachines, koelkasten, diepvrieskisten en ook kleine elektrische huishoudelijke apparaten een bron van storing veroorzaken op radio en TV. Ook boormachines zijn hier een bekend voorbeeld van, terwijl ook auto's, motorfietsen en brommers kunnen storen.
MARC-apparatuur moet alvorens op de markt te worden gebracht type-goedgekeurd zijn, wat inhoudt dat één apparaat wordt gekeurd en de rest van de (identieke) apparaten hiermee ook zijn goed- of afgekeurd.
Goedgekeurd radiografisch bestuurd speelgoed is te herkennen aan het PTT/RCD-goedkeuringsnummer dat op het speelgoed is aangebracht. De RCD bestaat uit verschillende afdelingen. Zo zijn er de afdeling ether-beleid; machtigingen; technische regelementen; juridische staf; radiostoring en nog diverse andere. Wij waren echter het meest geïnteresseerd in de meetkamer, de slachtbank dus, waar de MARC apparatuur een 'medische keuring' ondergaat.

Waarom een keuring?

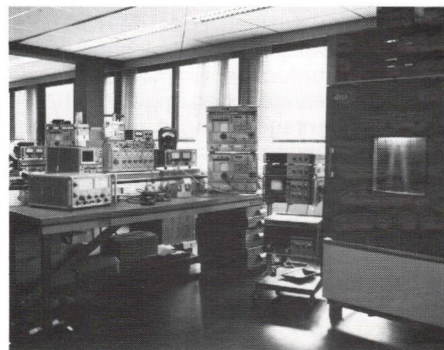
Het is algemeen bekend dat de 'piraten van de ether' nogal wat storingen veroorzaakten. Deze mensen hadden een bak, waarmee zij konden zenden en ontvangen. Dit was echter illegaal, dus de gebruikte apparatuur werd overal vandaan gehaald. Er ontstond een echte wildgroei en de storingen namen toe.
Omdat de belangstelling voor zenden groter werd, besloot men om een regeling te maken, zodat het zenden en ontvangen legaal kon worden zonder dat daarvoor een examen behoefde te worden afgelegd. Men is toen met de RCD gaan praten die een regeling heeft samengesteld waarbinnen het legale zenden kon plaatsvinden. Aan de hand van de machtigingsregeling (MARC) kwam het bijbehorende pakket technische eisen tot stand. (MARC = Machtigingsregeling Algemene Radio Communicatie).

Om met name de radiostoringen in de hand te houden, moest men er natuurlijk op toezien dat de op de markt gebrachte apparatuur ook werkelijk aan de voorwaarden voldeed. Daarom wordt ieder MARC-apparaat, indien het is goedgekeurd, van een PTT keurmerk voorzien. Hierop dient men te letten bij de aankoop van een bakkie. Het merk is onuitwisbaar in het materiaal van de bak 'geponst'. Iedere ander manier van aanbrengen (stickers bijvoorbeeld) is niet toegestaan en betekent dus altijd bedrog!
Men moet zich er terdege van bewust zijn dat het *in bezit hebben* van andere zend/ontvangapparatuur dan die, welke onder de MARC-regeling valt, een *misdrijf* is. Heeft men echter een MARC-apparaat zonder de bijbehorende machtiging dan begaat men een *overtreding*. Dit zijn twee totaal verschillende begrippen, die dan ook door de rechter met verschillende strafmaten worden gehonoreerd!
Het is ook verboden om aan een MARC-apparaat iets te veranderen. Ook onderdelen die niets met de zender te maken hebben mogen niet worden veranderd, zoals bijvoorbeeld bedieningsorganen. Doet men dit wel dan valt het apparaat niet meer onder de MARC regeling, en heeft men dus een 'illegaal' bakkie in zijn bezit, wat een misdrijf betekent!

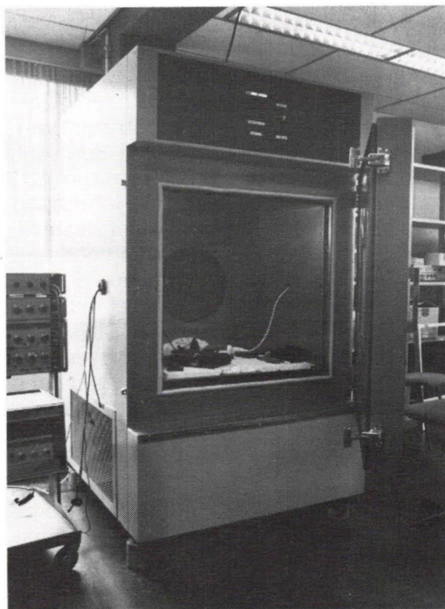
Lineair

De term 'lineair' wordt gebruikt voor een versterker die in staat is het zendvermogen te vergroten.
Hoewel een lineair geen ingreep in het MARC-apparaat noodzakelijk maakt, is het uiteraard toch verboden een dergelijk apparaat te gebruiken.
Het is trouwens erg asociaal om een lineair, ook wel 'kacheltje' of 'nabrander' genoemd, te gebruiken. Men beseft niet dat het gebruik van een lineair een verschrikkelijke bron van storingen betekent. De MARC-gebruiker die in de nabijheid van een zender met achtergeschakelde versterker tracht contacten te leggen krijgt onherroepelijk problemen. De intermodulatie neemt toe en men krijgt last van blokkering (de ontvanger wordt dichtgedrukt).
Een lineair produceert, behalve een iets groter zendvermogen, een hoeveelheid rommel die niet is te overzien. Dit is ook logisch, die ontwerper hoeft zich niet druk te maken over storingen. Hem gaat het er allen maar om een zo hoog mogelijke versterking te maken. Omdat het apparaat niet gekeurd wordt interesseert het hem niet wat de bijverschijnselen zijn. Daarom: mensen laten we het leuk houden en onze 'ether-collega's' ook hun plezier gunnen.
Dan is er nog een misverstand dat uit de weg moet worden geruimd. Veel mensen vinden dat een MARC-apparaat een te klein bereik heeft, zodat het vermogen groter moet worden. Dit is echter een hardnekkig misverstand; *vergroten van het vermogen heeft geen effect!*
Dit kunnen we het beste illustreren aan de hand van een voorbeeld.

Stel dat er twee mensen in een kamer staan. Ieder staat in een hoek. Als deze twee mensen normaal met elkaar praten kunnen zij elkaar uitstekend verstaan.
Nu staan dezelfde mensen in dezelfde kamer op dezelfde plaats, maar de kamer is echter gevuld met ander mensen, die allen met elkaar praten. De eerstgenoemde personen kunnen elkaar nu zeer slecht verstaan.
Als iedereen nu tegen elkaar zou gaan schreeuwen, dan verstaan zijn elkaar net zo min. Hun 'bereik' is vele malen meer afhankelijk van de bezettingsgraad dan van het vermogen. Dit is bij MARC precies hetzelfde.
Als men in de stad met een MARC-apparaat zendt of ontvangt, dan is de afstand die men kan overbruggen sterk afhankelijk van de bezettingsgraad: het aantal mensen dat óók zendt of ontvangt. Al



Afb. 1. De RCD heeft geavanceerde meetapparatuur tot zijn beschikking om MARC-apparatuur te keuren.



Afb. 2. Dit is de temperatuurkast, MARC-apparaten worden hierin getest tussen temperaturen van −10°C en +55°C.

iedereen met 10 watt zou gaan zenden komen zij net zo ver. Zou in het eerste voorbeeld slechts één persoon gaan staan schreeuwen, dan is hij uiteraard wel te verstaan, maar zijn medemensen niet. De PTT kan dan ook gen uitzonderingen maken, zodat iedereen met een halve watt genoegen zal moeten nemen.

De fabrikant

Vaak wordt, tijdens het ontwikkelen van een MARC-apparaat, contact gehouden met de RCD. De fabrikant weet dan of hij een verkeerde weg dreigt in te slaan, en kan dan de ontwikkeling nog bijsturen.
Is het apparaat klaar, dan wordt het prototype door de fabrikant aan de RCD toegestuurd. De RCD doet nu een 'voorschouw'. Dit betekent dat men bekijkt, of het apparaat überhaupt voor een keuring in aanmerking komt. Blijkt bij de voorschouw dat het apparaat waarschijnlijk om bepaalde oorzaken zal worden afgekeurd, dan worden deze oorzaken aan de fabrikant meegedeeld. Deze kan dan het apparaat wijzigen, zodat de RCD nogmaals kan bekijken of de bak een keuring waard is. Hierdoor bereikt men, dat van de ter keuring aangeboden apparaten het uitvalspercentage gering is. Dit betekent dat het merendeel van de gekeurde apparaten wordt goedgekeurd.
De apparaten die worden gekeurd worden op alle mogelijke storingsaspecten getetst. Dit komt straks ter sprake. Als tijdens de keuring blijkt dat een apparaat niet aan alle eisen voldoet maakt de RCD de keuring toch af, zodat het apparaat op alle aspecten bekeken is. De fabrikant wordt nu in de gelegenheid gesteld om het apparaat binnen één dag te herstellen, zodat niet opnieuw een keuring behoeft te worden aangevraagd. Lukt hem dat niet, dan wordt het apparaat afgekeurd; lukt hem dat wel, dan wordt het apparaat nogmaals gekeurd, en krijgt het alsnog het predikaat 'goedgekeurd' of 'afgekeurd'. De keuring kost de fabrikant ƒ 1000,– excl. BTW.
De grootste leverancier van MARC-apparatuur is de Japanse fabrikant Cybernet. Deze fabriek brengt verschillende merken zend/ontvangers op de markt, die echter allemaal verschillend zijn, zowel elektrisch als mechanisch.
Als een apparaat is goedgekeurd dan wordt het in produktie genomen. het eerste apparaat wordt naar de RCD gebracht, waar wordt gecontroleerd of het keurmerk op de juiste manier is aangebracht.
Als het apparaat in produktie is kunnen af en toe steekproeven worden genomen.

Modelbouw

In tabel 1 is te zien welke frequenties bij MARC in gebruik zijn. Daarachter is het kanaalnummer vermeld. We zien dat de verschillende frequenties op enkele uitzonderingen na steeds met 10 kHz oplopen tussen 26,965 MHz . . . 27,225 MHz.
Er zijn vijf uitzonderingen, waarbij de frequentie niet met 10 kHz maar met 20 kHz oploopt. De tussenliggende 10 kHz wordt gebruikt voor de modelbouw: radiografisch bestuurde autootjes en dergelijke. Ook hier bestaat een misverstand. De modelbouwers denken dat met de komst van de MARC 'hun' frequenties zijn 'afgepikt'. Dit is echter niet waar. Het probleem dat zich hier voordoet is dat van immuniteit. Dat wil zeggen dat de ontvangertjes in de

Tabel 1

frequentie (MHz)	kanaalnummer	frequentie (MHz)	kanaalnummer
26,965	1	27,105	12
26,975	2	27,115	13
26,985	3	27,125	14
26,995	m.b.	27,135	15
27,005	4	27,145	m.b.
27,015	5	27,155	16
27,025	6	27,165	17
27,035	7	27,175	18
27,045	m.b.	27,185	19
27,055	8	27,195	m.b.
27,065	9	27,205	20
27,075	10	27,215	21
27,085	11	27,225	22
27,095	m.b.	27,255	m.b.

Afb. 3. Hier wordt een basisstation doorgemeten. Van boven naar beneden zien we een frequentieteller, een meetzender/signaalgenerator en een vermogensmeter.



modelbouwapparatuur niet alleen luisteren naar hun eigen frequentie, maar ook naar de naastliggende, in dit geval de MARC-frequenties. Dit heeft tot gevolg dat een modelvliegtuigje plotseling lijkt te worden 'gekaapt' zodra een argeloze MARC-gebruiker in zijn nabijheid komt. De MARC-gebruiker heeft hier echter geen schuld aan, de fout ligt bij de ontvanger in het vliegtuigje! Dit doet zich ook af en toe voor bij apparatuur thuis, als bijvoorbeeld plotseling een enthousiast 'break break' uit de luidspreker schalt tijdens een concert van Mozart. Ook hier is de ontvanger of zelfs de versterker van de installatie te gevoelig voor frequenties waar niet op is afgestemd.

Eisen

Waar MARC-apparatuur allemaal aan moet voldoen wordt hieronder aangegeven. Er worden eisen gesteld aan:

- Uitvoeringsvorm. De apparatuur mag bestemd zijn voor mobiel, draagbaar of 'vast' gebruik.
- De frequenties, welke zijn toegestaan zijn in tabel 1 vermeld.
- Een duidelijk zichtbaar fabrieks- of handelsmerk, typeaanduiding en serienummer. Bovendien moet het PTT/MARC keurmerk op een duidelijk zichbare plaats zijn aangebracht.
- De mechanische en elektrische opbouw:
  bepaalde afregelorganen mogen niet zonder meer bereikbaar zijn;
  men mag allen kunnen zenden *of* ontvangen;
  het maximale aantal kanalen is 22;
  er mag gebruik worden gemaakt van een frequentiesythesizer of een 'Phase Locked Loop' inrichting; enz.
- De diverse externe aansluitingen en de energievoorziening.
- Het gedrag van de apparatuur tijdens 'standaard' testcondities en tijdens 'extreme' testcondities. Dit heeft betrekking op de temperatuur en de relatieve vochtigheidsgraad.
- Het gedrag van de apparatuur onder standaard en extreme voedingspanningen. Dit heeft betrekking op netspanning, lood-accumulatoren, niet oplaadbare batterijen, enz. Voor apparatuur welke voorzien is van andere typen stroomvoorziening worden de standaard- en extreme testvoedingspanningen bepaald door de directeur-generaal der PTT.
- Frequentietolerantie
- Zendvermogen
- Opgenomen gelijkstroomvermogen
- Modulatie
- Vermogen in het nevenkanaal
- Ongewenste hoogfrequent uitstralingen

Keuring

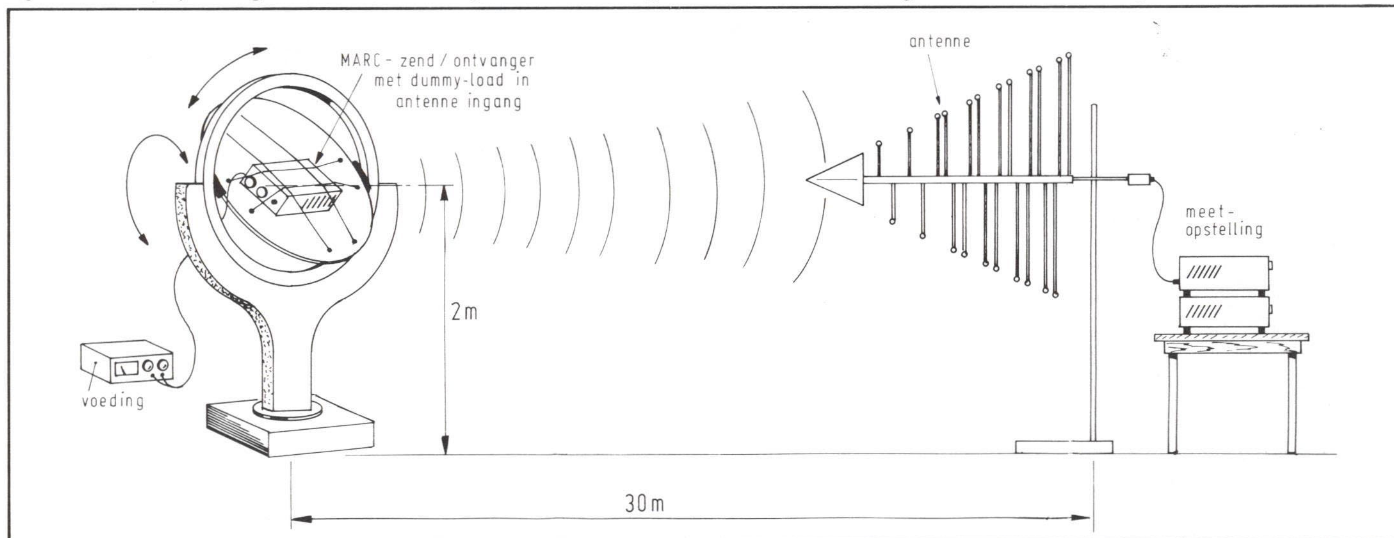
Het spreekt vanzelf dat, om alle bovenstaande eisen bij de keuring te controleren, een aanzienlijke hoeveelheid hoog gekwalifiseerde meetapparatuur nodig is. Afbeelding 1 geeft hiervan een indruk. We zien hier op het midden van de tafel een MARC-apparaat liggen. Rechts op de tafel staat een meettoren. Hiermee kan het vermogen in het neven kanaal worden gemeten; er zit een signaalgenerator in die AM of FM gemoduleerd kan worden; een frequentieteller; een vermogensmeetbank en tevens kan met de frequentiezwaai en de modulatiediepte opmeten. Rechts zien we de temperatuurkast staan. Hiermee wordt het gedrag gemeten bij extreme temperaturen. Een MARC apparaat moet aan de eisen blijven voldoen tussen −10°C en +55°C. Een close-up van de temperatuurkast is te zien in afb. 2.
In afb. 3 is een meting aan een basisstation te zien. De meest voorkomende storingen die bij een keuring aan het licht komen zijn het ongewenst uitzenden van hoogfrequente signalen op nevenkanalen en het uitzenden van harmonischen.

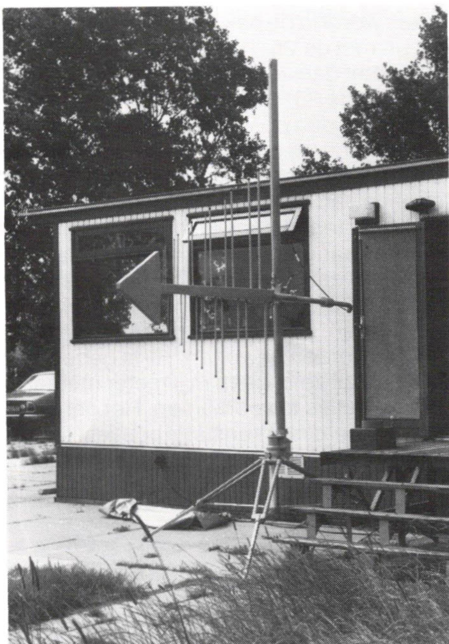
Vaak wordt in de bak een filter gebruikt dat tot en met de 25e harmonische wegfilterd. Het komt dan voor dat harmonischen hoger dan de 25e toch worden uitgestraald. In fig. 4 is een opstelling getekend die wordt gebruikt om in het open veld metingen te verrichten met betrekking tot uitstraling van de kast.
Op de antenne aansluiting wordt een dummy aangesloten en het apparaat wordt op een speciale standaard gemonteerd. De bak wordt vastgezet met elastieke banden. De standaard kan in alle richtingen worden bewogen. Hij is geheel van hout, er zit zelfs geen millimeter metaal in om reflecties te voorkomen. Het geheel is gemonteerd met kunststof boutjes. De opstelling is te zien in afb. 5. Op de achtergrond is een vloeistofkolom zichtbaar.



Afb. 5. Op dit apparaat wordt het bakkie bevestigd, waarna netzolang wordt gedraaid tot de maximale veldsterkte op de meetapparatuur wordt aangegeven. Deze waarde mag een bepaalde vastgestelde grens in de verschillende frequentiegebieden niet te boven gaan.

Fig. 4. Met deze opstelling wordt de veldsterkte gemeten van het signaal dat door de behuizing van de zender/ontvanger wordt uitgestraald.

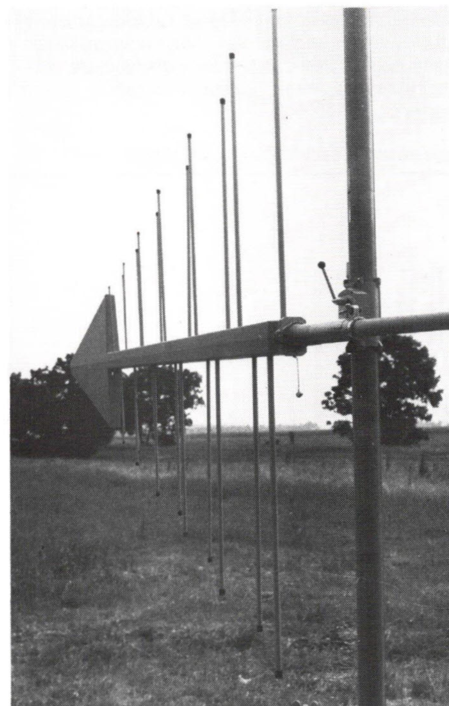




Afb. 6. Met deze Log-Per antenne wordt het signaal uit de ether gepikt. Op de achtergrond het huisje waarin de meetapparatuur staat opgesteld.

Deze wordt gebruikt bij metingen aan portofoons. De vloeistof heeft een bepaald zoutgehalte en de portofoon wordt hierop geplaats. De vloeistofkolom is nu een dummy voor de mens, de samenstelling van de vloeistof is zodanig dat deze in radiotechnisch opzicht overeenkomt met eigenschappen van de mens.
Als het apparaat op de standaard is geplaats, wordt op zenden overgeschakeld. Op een afstand van 30 m staat een antenne die de door de kast uitgestraalde energie opvangt (afb. 6).
Voor metingen van frequenties van 81 MHz . . . 1 GHz wordt de antenne van afb. 6 gebruikt. Deze antenne is ook nog eens duidelijk te zien in afb. 7. Dit is een zogenaamde log-per antenne (logaritmisch-periodisch). Voor lagere frequenties van 21 MHz . . . 81 MHz wordt een dipoolantenne toegepast.

Afb. 7. Op deze foto is de antenne nog eens duidelijk zichbaar gemaakt.



De meting wordt verricht in het huisje dat op afb. 6 te zien is. De man buiten en de man binnen communiceren met elkaar door middel van bewegingen met de handen (afb. 8). We zien hier tevens de meetopstelling. Het bovenste apparaat is een nauwkeurige frequentieteller. Hiermee wordt de frequentie afgelezen die dóór de behuizing van de zend/ontvanger wordt uitgestraald. Daaronder staat de veldsterktemeter. Het frequentiegebied dat met deze meter kan worden bestreken kan worden ingesteld tussen 25 . . . 1000 MHz (1GHz).

Tot slot
Uit het bovenstaand zal duidelijk zijn geworden dat een bakkie, voordat dit in de winkel verschijnt, grondig is getest. De kans dat een MARC-apparaat storing veroorzaakt is dan ook uiterst gering. Men moet de MARC-gebruikers niet verwisselen met de zendamateurs. Dit zijn 'tokkelaars' die een diploma hebben gehaald. Zij hebben hiervoor een examen afgelegd dat is georganiseerd door de PTT en samengesteld door een onafhankelijke examencommissie. Hierin hebben zij vragen beantwoord op het gebied van zenden en ontvangen, ook op het technische vlak. Zij mogen dan ook zelf hun bakkies bouwen. Uiteraard kunnen ook hierdoor storingen optreden. Als een zendamateur echter storing veroorzaakt kunt u het best met hem gaan praten, hij zal waarschijnlijk zelf het probleem kunnen oplossen.
Ook is het mogelijk dat de storing optreedt door de al genoemde immuniteitsproblemen. Hier kan de MARC-gebruiker of de zendamateur alleen iets aan doen met de medewerking van de bezitter van het gestoorde toestel.



Afb. 8. Dit is de meetopstelling waarmee het uitgestraalde vermogen van het MARC-apparaat wordt gemeten. Na de meting wordt bekeken of het apparaat aan de eisen voldoet.

Tot slot nog een tip:
Als u een basisstation wilt opzetten neem dan een bak die als zodanig is ontworpen. De ontvangstkwaliteit van een mobiele set is in het algemeen nooit zo goed als die van een basisstation. Dit is een logisch gevolg van het feit dat de basisset in het algemeen op een betere antenne wordt aangesloten en de ontvanger beter moet worden uitgevoerd. De ontvanger is trouwens het enige gedeelte dat bij de diverse merken echt verschillend kan zijn; over de zender zijn we gauw uitgepraat: die levert een half watt en FM.

P. Smulders.

Hoe hoog moet de naalddruk van een pick-up zijn?

De kwalitatief eenvoudiger pick-upelementen (kristalelementen en keramische elementen) hebben een tamelijk hoge naalddruk nodig, zo tussen de 25 mN en 50 mN (2,5 . . . 5 gram); betere HiFi-platenspelers daarentegen zijn voorzien van magnetische elementen. De aanbevolen naalddruk bij deze systemen ligt afhankelijk van het type tussen 7,5 mN en 30 mN (0,75 . . . 3 gram). Daarbij leveren hoogwaardige elementen natuurlijk alleen optimale resultaten samen met zeer goede armen, een opmerking die u misschien geld kan besparen als u overweegt om het element in uw platenspeler om te ruilen voor een beter (duurder) element.
Theoretisch is het natuurlijk duidelijk dat bij een kleinere naalddruk ook de diamantnaald en de grammofoonplaat minder aan slijtage onderhevig zijn. Men heeft echter vastgesteld dat de zaak er in de praktijk heel anders uitziet: het is gebleken dat een grammafoonplaat beter bestand is tegen een te hoge naalddruk dan tegen een te lage. Dus niet al te kieskeurig zijn met de naalddruk. Ze kan beter ingesteld worden in de nabijheid van de bovenste door de fabrikant aanbevolen grenswaarde. Bij het afspelen van platen men een min of meer geprononceerd aandeel van hoge tonen en bij sterk gemoduleerde passages waarbij als het ware het ene fortissimo volgt op het andere, bestaat het gevaar dat bij een te geringe naalddruk de diamant uit de groef geslingerd wordt of de groef slechts gedeeltelijk aftast. En dat komt noch de plaat, noch de diamant op den duur ten goede. Bovendien wordt een te lage naalddruk merkbaar door een toenemende vervorming. In het bijzonder wanneer een klein beetje stof al voldoende is om de naald praktisch uit de groeven te lichten.

Ga nu studeren

Bij ons kan dit schriftelijk (S) en in eigen tempo.
U kunt op elk moment starten. Met aanvullende mondelinge begeleiding (S + M), 6 lesavonden of 4 leszaterdagen, is de studieduur 5 maanden (ca. 6 uur per week). Gestart wordt september en januari. Er is examen eind januari, eind juni en eind augustus. De diploma's worden mede ondertekend door een rijksgecommitteerde. Inschrijving via het inschrijfformulier (zie punt 12 van de voorwaarden).

Basis elektronicus bestaat uit **BE-A** en **BE-BC** en is bedoeld voor hen die een gedegen basiskennis van de elektronica en elektronische schakelingen wensen. Wordt ook veel gevolgd door hen die zijdelings met elektronica te maken hebben. MTS-ers E e.d. starten direct met BE-BC (analoge en digitale halfgeleidertechniek).
Praktische digitale techniek (PDT) is een must voor elke aankomende elektronicus en werktuigbouwkundige. Een fijne cursus over digitale funktieblokjes. Vooropleiding: BE-A of kennis elektrotechniek.
Microprocessors/microcomputers (MP/MC) voor elektronici en technici, die een gedegen kennis op dit nieuwe gebied, zowel hardware als software, wensen.
Basic programming (BA) is voor hen, die personal computers willen programmeren. Ook ideaal uitgangspunt voor studie van andere programmeertalen."

Op het gebied van de elektronica hebben we verder de cursussen middelbaar elektronicus, TV-technicus, meet- en regeltechnicus, assembly programming en interfacing, en videotechniek. In onze studiegids "Automatiseringscursussen" vindt u informatie over onze NOVI-opleidingen (basiskennis informatica e.d.). Wilt u informatie bel dan (085-451641) of stuur de bon op (alleen de donkere delen invullen). U kunt ook terecht bij uw personeelchef, als hij onze documentatiemap heeft.

CURSUS	SCHRIFTELIJK EN MONDELING LESPROGRAMMA	KOSTEN
BASIS ELEKTRONICUS BE-A 5 maanden	Elektronische apparaten * Elektronentheorie * Wet van Ohm * Serie- en parallelschakeling * Vermogen * Weerstandenschakelingen * Weerstanden * Sinusvormige wisselspanningen * Multimeter * Condensatoren * Condensatoren en wisselspanning * Halfgeleiderdioden * Bijzondere halfgeleiderdioden * RC-tijden * Elektromagnetisme * Zelfinductie * Transformatoren * Gelijkrichtschakelingen * Niet-sinusvormige spanningen * Elektrische trillingen * Filters. **Proeven:** Thuis doen met standaardonderdelen. Ook door ons leverbaar. **Mondelinge begeleiding:** Arnhem, Amsterdam, Rotterdam, Eindhoven, Groningen, Utrecht.	S ƒ 405,– of 5 x ƒ 90,– S + M ƒ 530,– of 5 x ƒ 118,– Onderdelen-pakket ƒ 40,–
BASIS ELEKTRONICUS BE-BC 5 maanden	Transistoren * Toepassingen * Instelmethoden * Opnemers en weergevers * Generatoren en voltmeters * Voorversterkers * Eindversterkers * Tegenkoppeling * DC-versterkers * 1,5 Watt versterker * Veldeffecttransistoren * Elektronenbuizen * Operationele versterkers * Gestabiliseerde voedingen * Oscillatoren * Zaagtandgeneratoren * Poortschakelingen * Multivibratoren * Halfgeleiderschakelelementen. **Proeven:** Thuis doen met standaardonderdelen. Ook door ons leverbaar. **Mondelinge begeleiding:** Arnhem, Amsterdam, Rotterdam, Eindhoven, Groningen, Utrecht.	S ƒ 405,– of 5 x ƒ 90,– S + M ƒ 530,– of 5 x ƒ 118,– Onderdelen-pakket ƒ 25,–
PRAKTISCHE DIGITALE TECHNIEK PDT 5 maanden	Binair rekenen * Logische schakelingen * Wetten van de Morgan * NEN-NOF-logica * Combinatielogica * Codes RS-flip-flop * T flip-flop * RS Master Slave flip-flop * JK Master Slave flip-flop * D Master Slave flip-flop * Edgetriggered flip-flop * Schuifregisters * Tellers * Berekeningen aan poortcombinaties * Vaktermen en bijzondere schakelingen. **Proeven:** Thuis doen met standaardblokjes. Ook door ons leverbaar. **Mondelinge begeleiding:** Arnhem, Amsterdam, Rotterdam, Groningen, Utrecht, Eindhoven.	S ƒ 405,– of 5 x ƒ 90,– S + M ƒ 530,– of 5 x ƒ 118,– Onderdelen-pakket ƒ 75,–
MICROPROCESSORS/ MICROCOMPUTERS MP/MC 5 maanden	Wat is een computer? * Wat is een microcomputer? * Hoe rekent een computer? * Schakelingen * Centrale geheugen * Eenvoudig programmeren * Architektuur * Instructiebeschrijvingen * Syntax en subroutines * Adresseringstechnieken * Stroomdiagrammen * Verkeersafhankelijke verkeerslichtenregeling * Systeem software * Ontwikkelingsapparaten * Randapparatuur * I/O-interfacing. **Proeven:** Programma's testen. Op instituut (2 dagen) of thuis met microcomputer SDK-85. Is facultatief (20% doet het). SDK leverbaar als bouwdoos. **Mondelinge begeleiding:** Arnhem, Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Groningen, Eindhoven.	S ƒ 555,– of 5 x ƒ 125,– S + M ƒ 715,– of 5 x ƒ 160,– SDK-85 ƒ 720,– of 5 x ƒ 157,50
BASIC PROGRAMMING BA 5 maanden	Relatie mens-computer? * Wat is een computer? * Computertoepassingen * Probleembenadering * Sorteerprobleem * Instructiebeschrijvingen (6 x) * Programmavoorbeelden (2 x). **Proeven:** programma's testen. Thuis met eigen computer of op instituut (2 dagen). **Mondelinge begeleiding:** Arnhem, Utrecht.	S ƒ 405,– of 5 x ƒ 90,– S + M ƒ 530,– of 5 x ƒ 118,–



Inschrijfformulier: 65-HO-10Y2

Naam: ....
Adres: ....
Postcode: ....
Plaats: ....

Vooropleiding: ....
Tel. huis: .... Tel. zaak: ....
Ik schrijf in voor: Studiemethode: Begeleiding te:
.... ☐ S ☐ S + M ....

Zend mij (ook): ....

Betaling: ☐ Ineens ☐ In termijnen

Datum: ....
Handtekening:

....

In gesloten envelop zonder postzegel zenden naar:
ELEKTRONICA OPLEIDINGEN DIRKSEN
ANTWOORDNUMMER 677
6800 WC ARNHEM

Voorwaarden:

1. Als cursist wordt beschouwd degene van wie een ingevuld en ondertekend inschrijfformulier is ontvangen.
2. De cursist verplicht zich bij betaling in maandelijkse termijnen het verschuldigde lesgeld steeds voor de 5e van de maand te voldoen.
3. De cursist kan de opleiding in geval van blijvende ziekte beëindigen. Dit dient per aangetekend schrijven met een doktersverklaring ter kennis van de administratie te worden gebracht. Het resterende cursusgeld wordt dan gerestitueerd.
4. Alle kosten ontstaan door wanbetaling zijn voor rekening van de cursist.
5. Het is niet toegestaan lessen geheel of gedeeltelijk aan derden af te staan of te gebruiken of doen gebruiken voor het geven van onderwijs in welke vorm ook.
6. In geval van overlijden wordt het totaal gestorte cursusgeld gerestitueerd aan de nabestaanden. Daartoe dient een aangetekend schrijven met een overlijdensbericht aan de administratie te worden gericht.
7. De cursist kan per aangetekende brief opzeggen. De opzegtermijn is 3 maanden. De wederzijdse rechten en verplichtingen eindigen na deze opzegtermijn. Reeds tevoren betaalde cursusgelden worden aan de cursist terugbetaald, voorzover deze betrekking hebben op de periode na het beëindigen van de overeenkomst.
8. Na het beëindigen van het deel waar men voor inschrijft is men geen cursist meer. Voor volgende delen moet men opnieuw inschrijven.
9. Klachten kan men indienen bij de Inspecteur van het Schriftelijk Onderwijs, Achter de Dom 5, 3512 JN Utrecht.
10. Na inschrijving ontvangt de cursist een bewijs van inschrijving.
11. Het lesmateriaal wordt eigendom van de cursist, indien het cursusgeld volledig betaald is.
12. Indien het lesmateriaal binnen 1 week na ontvangst aangetekend retour wordt gezonden vervalt de inschrijving. Voor administratiekosten kan u dan ƒ 25,– in rekening worden gebracht.



Elektronica opleidingen Dirksen

Parkstraat 25, 6828 JC Arnhem
Tel.: 085-451641 of
vanuit België: 00/31 85451641

Wat betreft het schriftelijk onderwijs erkend door de minister van onderwijs en wetenschappen bij beschikking d.d. 18-12-1974.
kenmerk: BVO SFO 129.448

Omcirkel no. A9 op de Infokaart.

Reactietester

Test nu zelf uw reactiesnelheid!

Snel reageren, soms een kwestie van levensbelang. Vooral in het verkeer en bij sport kan het op een fractie van een seconde aankomen. Maar, hoe snel reageert een mens nu eigenlijk? Met deze reactietester kunnen we dat precies meten.

Op de tester bevindt zich een lichtje (LED), dat enige tijd na het indrukken van de startknop plotseling gaat branden. Tegelijkertijd treedt dan een tweecijferige teller in werking. Het gaat er nu om, zodra de LED oplicht, de stopknop in te drukken. De teller stopt dan en laat op het display de tijd (reactietijd) zien, die verstreken is tussen het oplichten van de LED en het moment, dat we op de stopknop drukten. Gemiddeld bedraagt een goede reactietijd ca. 0,2s; op het display lezen we dan ,20.
Na een borreltje of wat merken we al, dat we minder vlot reageren; langere tijden, bijvoorbeeld 0,32 of 0,67 zijn dan geen uitzondering! Het maximum is 0,99, of wel bijna één seconde, maar dat is wel een verschrikkelijk slechte reactie. Bovendien wordt een dergelijk trage reactie direct gestraft door een ingebouwd zoemertje. Als we vals spelen, dan reageert het apparaat automatisch niet meer. We moeten dan weer opnieuw beginnen.
Met een handjevol IC's en nog wat losse onderdelen zetten we de tester in elkaar. Ingebouwd in een leuk kastje, waarin tevens de platte 4,5 Volt-batterij past, ontstaat zo een handzaam en aantrekkelijk apparaat. Trouwens ideaal voor het nederlandse politiekorps: immers, zo'n reactietester is toch heel wat praktischer dan een blaaspijpje, of niet soms?

Hoe werkt de reactietester?

We beginnen met het bekijken van het blokschema in fig. 1. Wanneer de startknop wordt ingedrukt, wordt de condensator C kortgesloten; de spanning over de condensator is dan gelijk aan nul volt. Als we nu de startknop loslaten wordt condensator C opgeladen via de weerstand R. Daardoor neemt de spanning U_c over de condensator geleidelijk toe. Soms verloopt dat opladen snel, soms langzaam. Dat hangt af van de 'randomgenerator', die om de 2 seconden een andere oplaadweerstand R inschakelt.
Zodra de spanning U_c ongeveer gelijk geworden is aan 2,2 volt, dan reageert de Schmitt-trigger ST hierop door een hoge uitgangsspanning af te geven. Dat is namelijk een eigenschap van Schmitt-triggers: ongeacht hoe vreemd de ingangspanning U_c verloopt, de uitgang van de ST is hoog als U_c groter wordt dan 2,2 volt en is laag (0 volt) als U_c kleiner wordt dan ca. 2 volt.

Op het moment dat de uitgang van de ST hoog is, zal de LED oplichten en wordt de teller vrijgegeven of met een duur woord: 'enabled' (enéébuld). Dat wil zeggen dat de teller pulsen gaat tellen. Deze pulsen (100 per seconde = 100 Hz) zijn afkomstig van de klokgenerator. Telkens als er zo'n puls komt wordt de tellerstand met het cijfer 1 opgehoogd. Beginnend bij 00 zal de tellerstand dus na 46 pulsen '46' zijn. We kunnen dat ook in seconden lezen: per seconde levert de klokgenerator 100 pulsen, dus komt een tellerstand 46 overeen met 0,46 seconden. Via een decoder verschijnt dan op het display '46'. Zodra we op de stopknop drukken stopt de teller. De tellerstand blijft staan en wordt nier meer opgehoogd. We lezen nu de reactietijd af. Dat is dus de tijd, gedurende welke de teller heeft geteld, namelijk van het oplichten van de LED tot het indrukken van de stoptoets.
Heeft de tellerstand het getal 99 bereikt (0,99 sec.) en is de stopknop nog niet ingedrukt, dan reageert het zoemercircuit. Een snerpend geluid straft de speler voor zijn slechte reactie.

Het schema

In afbeelding 2 zien we de condensator C1, welke wordt opgeladen door de weerstanden R12 - R22. Via IC5 (Randomgenerator) schakelt om de 2 seconden één van deze weerstanden in, zodat de oplaadtijd van de condensator steeds verandert: als een kleine weerstand aan de beurt is neemt de spanning U_c over C1 snel toe, is daarentegen een grotere weerstand (bijv. 1 MΩ) aan de beurt, dan neemt U_c langzaam toe. Zodra $U_c = 2{,}2$ volt wordt de uitgang van de als Schmitt-trigger werkende inverterpoort (pin 5 en 6 van IC6) laag en klapt de flip-flop (1/2 IC1) om. Diens uitgang (pin 3) wordt nu laag dus de LED zal branden en de teller (IC2) start.
We zien, dat het moment van oplichten van de LED na het indrukken van de startknop steeds anders zal zijn: soms gaat er maar een halve seconde overheen, soms duurt het langer dan 5 seconden. Doordat hierin de regelmaat ontbreekt, is de spanning tijdens het werken met de reactietester groot: wanneer zal de LED oplichten?

Wordt de stopknop ingedrukt, dan keert de flip-flop in zijn oorspronkelijke positie terug: de LED dooft en de teller stopt. Op het display is nu de tellerstand (reactietijd) af te lezen. De onderste inverters (pin 8 . . . 11 van IC6) vormen de 100 Hz-generator.
Drukken we nu op de startknop, dan wordt de teller gereset en springt op 00. Tevens wordt C1 via T1 ontladen, zodat het oplaadproces opnieuw kan beginnen.
Transistor T3 verzorgt het signaal voor een eventuele zoemer. Deze is hoorbaar

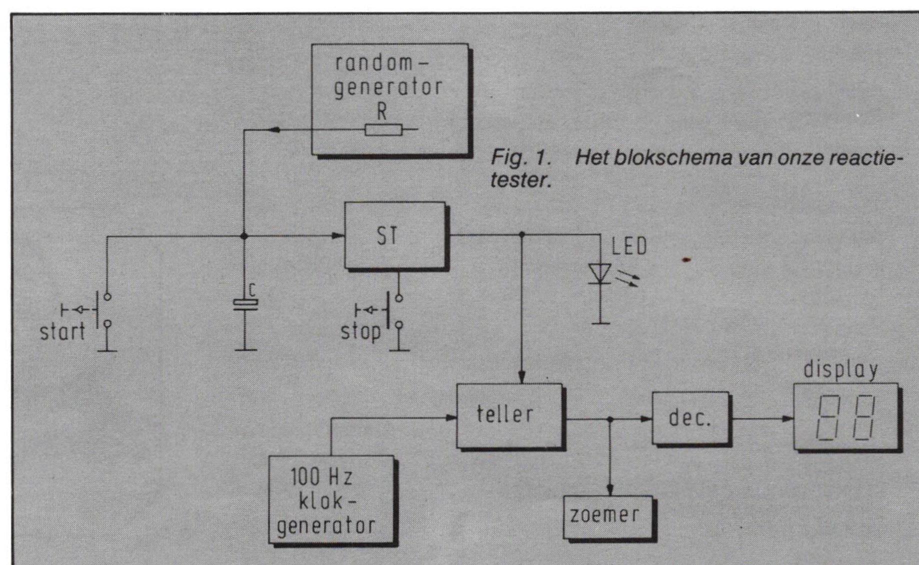


Fig. 1. Het blokschema van onze reactietester.

Fig. 2. Het schema van de reactietester.

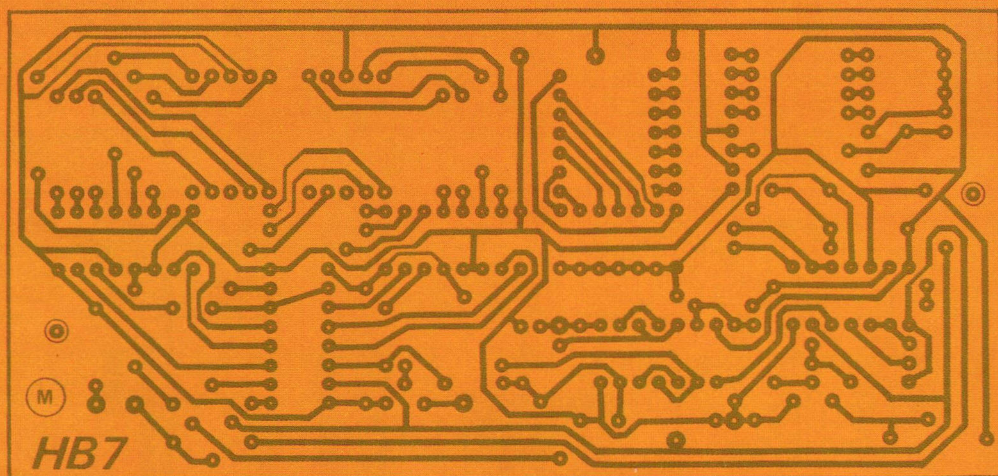


Fig. 3. Zó ziet de print lay-out van de reactietester er uit.

als de teller de stand 99 heeft bereikt en dient als signalering dat er wel erg langzaam wordt gereageerd. De zoemer is weer af te schakelen door de flip-flop (pin 8 . . . 13) van IC1 met de startknop te resetten.

De teller is ondergebracht in IC2. Dit is een zgn. BCD-teller. De BCD-code is nogal moeilijk leesbaar; vandaar, dat we de BCD-code moeten omzetten naar de decimale code. Dan kunnen we namelijk een tweecijferig display aansluiten. Zo'n omzetter, of decoder, is IC3 voor de tientallen en IC4 voor de eenheden.

De reactietester is beveiligd tegen vals spelen: stel, we drukken de startknop in en op een willekeurig gegokt moment drukken we op de stopknop. De LED brandt nog niet eens. De flip-flop (pin 1 . . . 6 van IC1) wordt daardoor geblokkeerd en zal

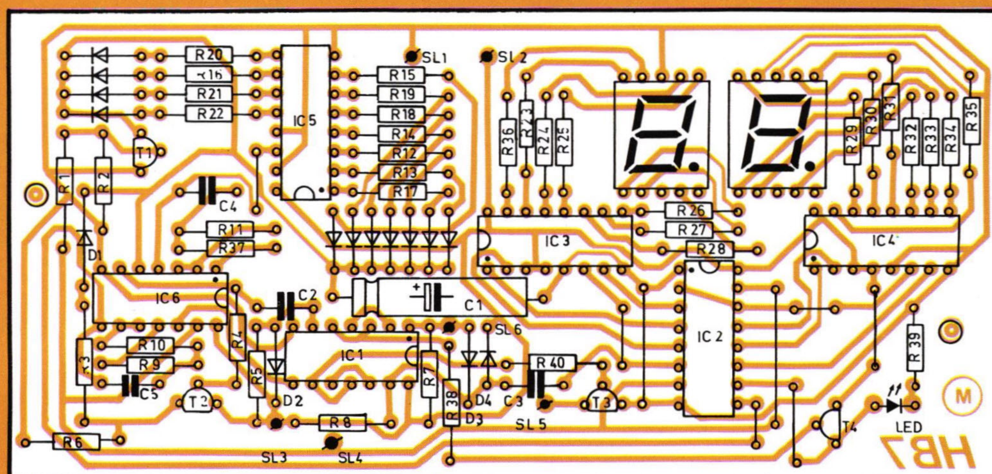


Fig. 4. Deze tekening geeft duidelijk aan hoe de componenten geplaatst moeten worden. Let op de plaatsing van de IC's en de elco C1!

nu niet kunnen reageren op een telstartpuls uit de Schmitt-trigger. Als de stopknop weer wordt losgelaten, dan staat de flip-flop weliswaar weer scherp, maar omdat de telstartpuls al geweest is, zal hij niet kunnen omklappen. De LED kan nu niet oplichten, terwijl de teller op 00 blijft staan. Vals spelen is dus uitgesloten!
Pas nadat de startknop weer is ingedrukt kan men opnieuw een poging wagen. Laten we nu eens kijken hoe we de reactietester in elkaar gaan zetten.

Bouwaanwijzingen
Om het nabouwen te vergemakkelijken hebben we voor de reactietester een print ontworpen. In fig. 3 zien we de lay-out getekend. Figuur 4 geeft aan, hoe de verschillende onderdelen op de print komen te zitten. Begin met de weerstanden en de dioden. De dioden D5 . . . D15 zijn niet genummerd in fig. 4. Het symbool van de dioden wordt gevormd door een pijltje en een streep (kathode). Op de diode zelf wordt de katode aangeduid door middel van een dik verfringetje. Breng dan de draadbruggen aan; gebruik hiervoor afgeknipte draadjes van de weerstanden.
Plaats nu de IC's op de print: zorg er daarbij voor dat de richting van deze IC's overeenstemt met de getekende indicaties. Aan de kop van een IC heeft de fabrikant een putje of inkeping aangebracht om dit aan te geven.

Soldeer de condensatoren in (let op de polariteit van elco C1) en breng de transistoren aan. Zowel de IC's als de transistoren moeten vlot en goed gesoldeerd worden. Nu worden de soldeerlipjes en de LED gemonteerd: de kortste aansluitdraad van de LED (kathode) wordt in het LEDsymbool door het streepje aangegeven.
Tot slot plaatsen we de displays: punt naar beneden. Als de punt moeilijk zichtbaar is, dan is de bovenzijde van de displays te herkennen aan verticale groeven in de behuizing. Soldeer de displays vast, terwijl ze zo hoog mogelijk boven de andere componenten op de print uit steken.
We vervolgen de bouw nu met het aansluiten van de schakelaars en dergelijke.

Voor de duidelijkheid is deze bedrading getekend in fig. 5. Aan soldeerlip SL1 verbindt u met een draadje de minpool van de batterij. Gebruik hiervoor een platte 4,5 volt-batterij. De pluspool van de batterij gaat naar de aan/uit schakelaar S. Dit kan een gewone schuifschakelaar zijn. Het andere schakelkontakt gaat naar soldeerlip SL2. Tussen de lippen SL3 en SL4 komt de startbouton te zitten. De ene aansluiting van de stopbouton wordt verbonden met lip SL6, de andere met lip SL1. Aan lip SL5 kan een elektronisch zoemertje worden aangesloten. Een 9 V of 12 V-zoemer werkt prima bij de gegeven voedingsspanning van 4,5 volt en heeft als voordeel, dat het stroomgebruik dan niet zo groot is.
Verbindt de plus van de zoemer (rode

Fig. 5. Het bedradingsschema van de print.

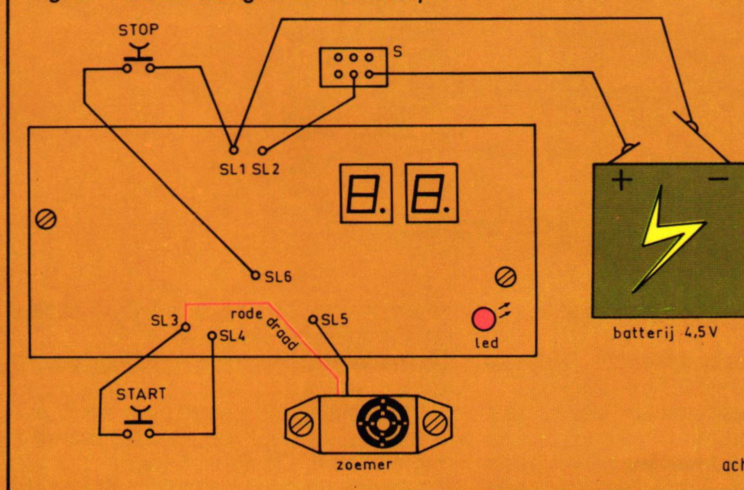
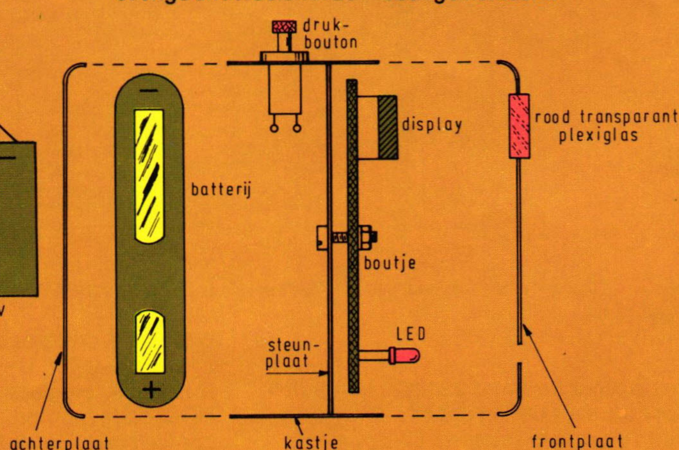


Fig. 6. Op deze manier worden de print en de overige onderdelen in de Prébox gemonteerd.



draad) met SL3, de andere (min)draad van de zoemer met soldeerlip SL5.

Inbouw in een kastje
Als behuizing voor de reactietester moeten we een leuk klein kastje gebruiken. Wij kozen daarvoor een zogenaamde Prébox.

Dat zijn luxe oranje/zwarte kastjes, die heel slim in elkaar zitten. print, schakelaars en batterij vinden ruim plaats in dit kastje, zonder dat aan de buitenzijde een bevestigingschroef in het zicht hoeft te zitten.

Figuur 6 toont de inbouw van de tester in een dergelijke behuizing.

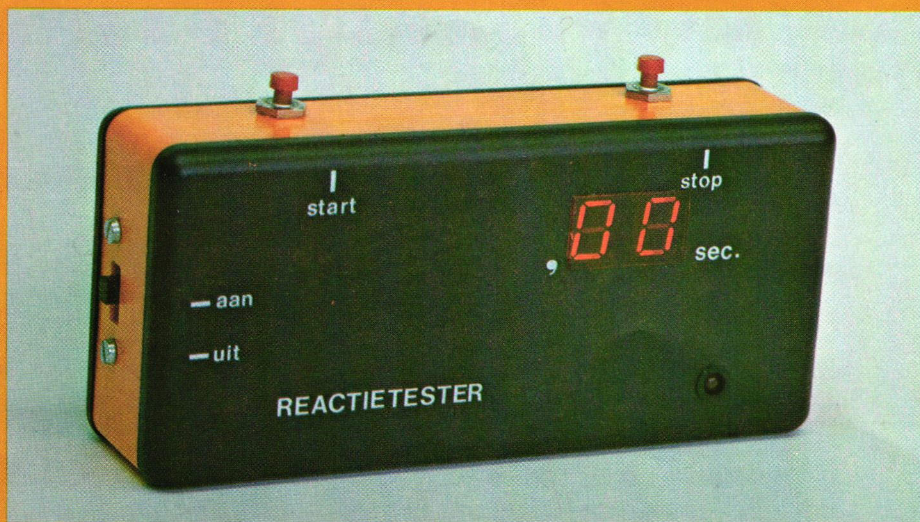
Een steunplaat midden in de kast verdeelt de binnenruimte in twee compartimenten.

De print wordt met slechts 2 boutjes in het voorste compartiment van de kast vastgeschroefd. In de zijwand komt de schuifschakelaar, en in de bovenwand de beide boutons. In de frontplaat wordt ter hoogte van de LED een rond gaatje geboord. Met de figuurzaag wordt een rechthoekig gat in deze plaat gezaagd, waardoor de beide displays zichtbaar zijn. Een rood transparant afdekplaatje verbetert het kontrast van de cijferdisplays; indien de displays zelf al zijn voorzien van zo'n plaatje is een extra plaatje overbodig.

De batterij komt in het achterste (bredere) compartiment te liggen en wordt vanzelf vastgeklemd als de achterwand op het kastje wordt gedrukt. De batterijaansluitingen worden gesoldeerd.

Druk nu de frontplaat tegen het kastje aan. Klaar en inschakelen!
De zoemer gaat al nerveus te keer. Op de startknop drukken en wachten tot de LED gaat branden. Dan meteen op de stopknop drukken. Het tellen op de displays stopt en nu lezen we de reactietijd af.

Nogmaals: 0,20 s is gemiddeld voor een goede reactietijd. Dus als u 0,06 s of 0,60 s afleest, dan weet u in beide gevallen waar u aan toe bent!



Afb. 7. Deze foto laat het prototype zien vanaf de voorkant.

Componentenlijst

weerstanden

R1	100 kΩ
R2	100 kΩ
R3	1 kΩ
R4	10 kΩ
R5	100 kΩ
R6	1 kΩ
R7	100 kΩ
R8	100 kΩ
R9	100 kΩ
R10	390 kΩ
R11	10 MΩ
R12	1 MΩ
R13	1 MΩ
R14	1 MΩ
R15	100 kΩ
R16	470 kΩ
R17	47 kΩ
R18	1 MΩ
R19	100 kΩ
R20	220 kΩ
R21	470 kΩ
R22	1 MΩ
R23 . . . 36	470 Ω
R37	100 kΩ
R38	10 kΩ
R39	470 Ω
R40	10 kΩ

condensatoren

C1	10 µF 16 V elko axiaal
C2	100 nF (0,1 µF)
C3	10 nF(0,01 µF)
C4	470 nF
C5	10 nF

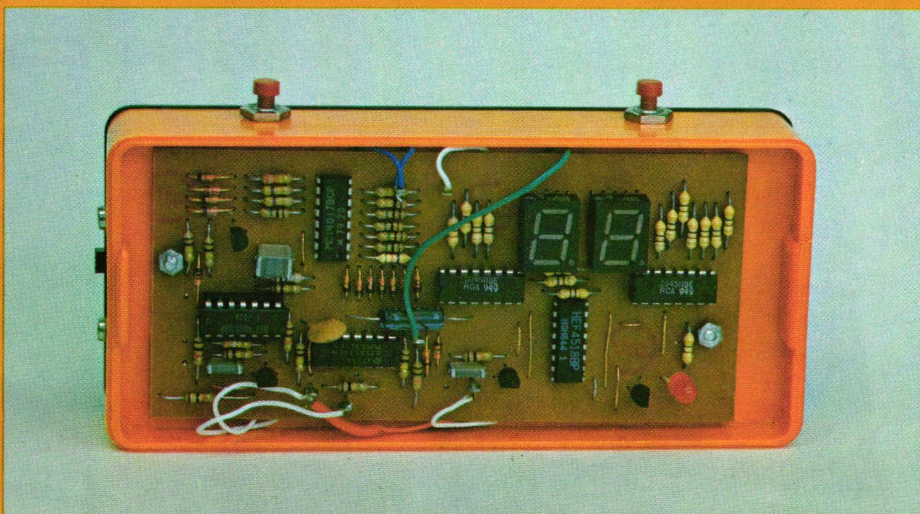
halfgeleiders

D1 - D4	diode 1 N 4148
L	LED rood
T1	BC 547 of 107
T2	BC 557 of 177
T3	BC 547 of 107
T4	BC 557 of 177
IC1	CD 4011B
IC2	CD 4518B
IC3	CD 4511B
IC4	CD 4511B
IC5	CD 4017B
IC6	CD 4069B
Displays:	7 segment CC, bijv. FND 560 of equivalent

diversen

S aan/uit schuifschakelaar
2 drukboutons enkel maak
1 print HB 7
extra: 1 zoemer 9 of 12 V (fabr. MEB)
kastje prébox

Afb. 8. Zó ziet de gemonteerde print er uit.



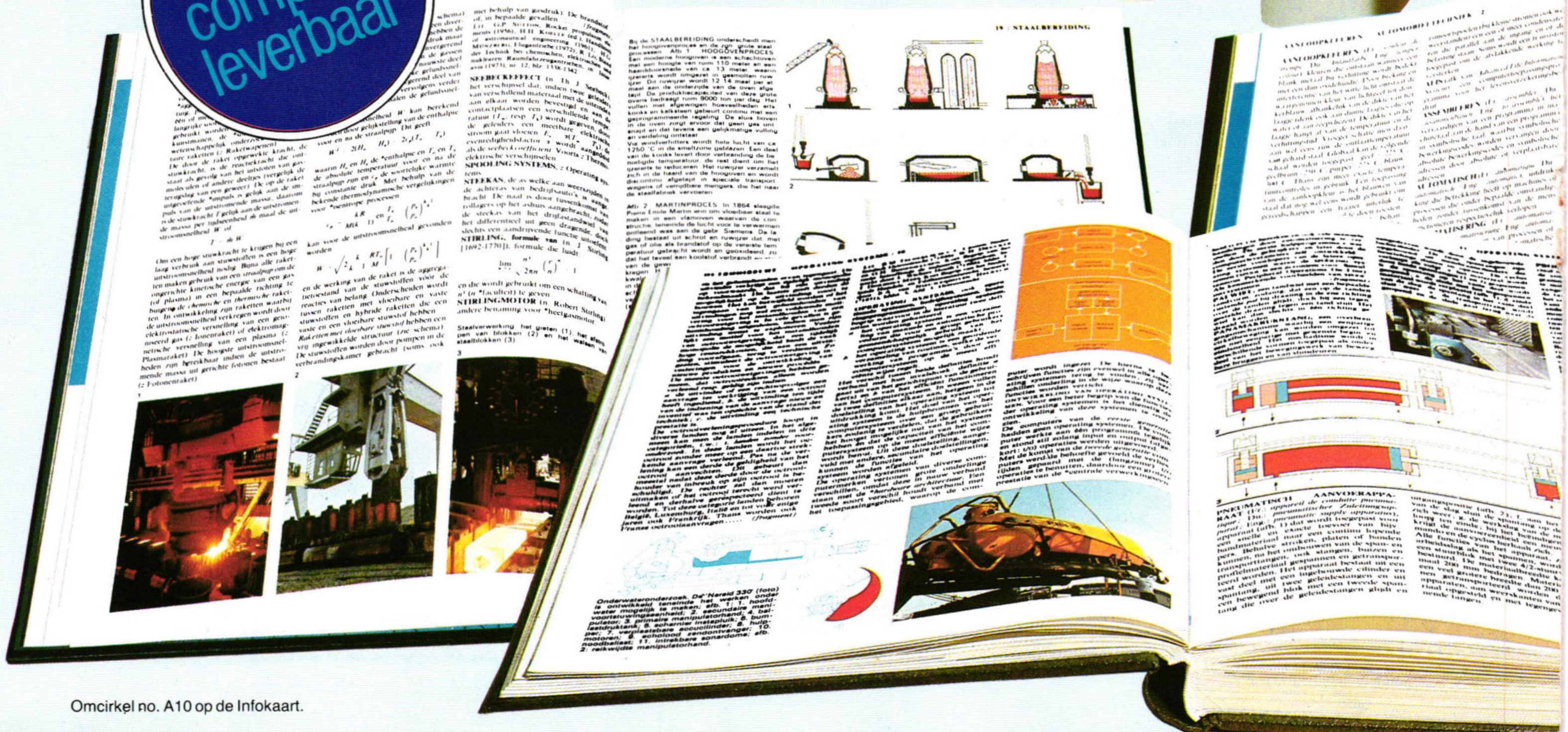
Electrotechniek wordt

De Winkler Prins Technische

In de wereld van vandaag en morgen wordt steeds meer kennis vereist. In de meeste gevallen heeft deze kennis grote raakvlakken met de natuurwetenschappen en de techniek of ligt zij daaraan ten grondslag. Technici, werkzaam op verschillend terrein, groeien uit elkaar en verliezen het verband tussen de verschillende technische specialismen uit het oog. Waar specialisme hoogtij viert, is een bron voor het snel inwinnen van informatie over aanverwante of andere vakgebieden noodzakelijk. Die bron is er nu! De Winkler Prins Technische Encyclopedie verschaft u op gemakkelijke wijze toegang tot vakgebieden waarin u niet bent gespecialiseerd.







steeds gecompliceerder.

Encyclopedie helpt u verder.

Informatiebron voor technici en technisch geïnteresseerden

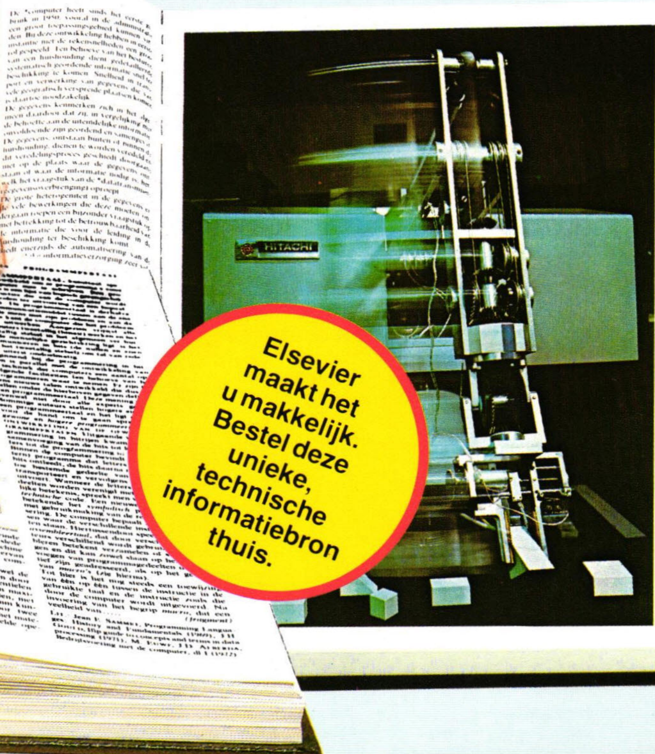
De Winkler Prins Technische Encyclopedie is het complete naslagwerk voor al diegenen die uit hoofde van hun opleiding, studie en beroep behoefte hebben aan snel te vinden informatie over elk vakgebied binnen de techniek. Daarin neemt de electrotechniek natuurlijk een belangrijke plaats in.
Daarnaast verschaft deze encyclopedie goed toegankelijke informatie aan niet-technici die geïnteresseerd zijn in de techniek en haar ontwikkeling.

- 6 delen
- Formaat 28 x 21,5 cm
- 400 blz. per deel, 2400 blz. totaal
- Register met bijna 1000 ingangen
- Luxe banden van donkerblauw kunstleer, met stijlvol stofomslag.

Wat u weten moet over deze unieke encyclopedie

- De Winkler Prins Technische Encyclopedie werd samengesteld met medewerking van meer dan 500 deskundigen uit Nederland en België en verder o.a. de Verenigde Staten van Amerika, Groot-Brittannië, Duitsland, Frankrijk en Italië.
- De encyclopedie bevat als belangrijkste bestanddeel duizenden alfabetisch gerangschikte trefwoorden die elk gevolgd worden door een verklarende, veelal geïllustreerde tekst van uiteenlopende omvang. Deze trefwoorden bestrijken het gehele gebied van de techniek en haar basiswetenschappen, en tevens van de maatschappijwetenschappen waarmee de technicus geregeld in aanraking komt.
- Waar nodig wordt van een trefwoord de vertaling in het Frans, Duits en Engels gegeven.
- Behalve de duizenden trefwoorden die 'eindinformatie' geven, bevat deze encyclopedie honderden uitvoerige overzichtsartikelen, elk handelend over een afgeronde problematiek of over een (sub)discipline als geheel. Zij laten zien hoe deze functioneren in de maatschappij van nu en, waar mogelijk, hoe de toekomstige ontwikkelingen zullen zijn. Zij tonen in vogelvlucht het verband binnen en buiten de respectieve vakgebieden.
- Eventuele lacunes in de kennis van de gebruiker kunnen worden opgevuld door het lezen van de repertoriaal behandelde basiswetenschappen, zoals wiskunde, mechanica, fysica, chemie, biologie. Op analoge wijze worden fundamentele onderwerpen uit andere disciplines behandeld (arbeidsrecht, economie, bedrijfsfinanciering, ergonomie enz.), voor zover deze voor u de technicus van belang kunnen zijn.
- De illustrering van de artikelen is functioneel: afbeeldingen (ruim 3000) worden alleen gegeven waar zij de teksten verduidelijken of aanvullen. Een twaalftal overzichtsafbeeldingen is op uitklapbare bladen geplaatst.
- Voorschriften en aanbevelingen van o.a. het Nederlands Normalisatie-instituut (NNI) en het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN) zijn in acht genomen. Zo consequent mogelijk is gebruik gemaakt van het internationale stelsel van eenheden (SI).
- Literatuuropgaven zijn achter in elk deel geplaatst.
- Een alfabetisch register achter in deel 6 (enkele duizenden registeringangen ontsluiten een twintigduizendtal plaatsen in de encyclopedie) maakt het mogelijk elk begrip uit het gehele werk snel te vinden.

Bestel nu. Doe de bon vandaag op de post.



BON Ondergetekende bestelt hierbij de **6-delige Winkler Prins Technische Encyclopedie**

☐ via boekhandel ______________________
te ______________________

☐ rechtstreeks

Ik betaal als volgt: ☐ Ineens ƒ 651.- totaal
☐ In abonnement van 12 maanden achtereen ƒ 57.- per maand (totaal ƒ 684.-)
☐ In abonnement van 24 maanden achtereen ƒ 30.- per maand (totaal ƒ 720.-)

Naam ______________________

Adres ______________________

Postcode/Plaats ______________________

Datum ____________ Handtekening

Stuur deze bon in open envelop zonder postzegel naar Elsevier, Antwoordnummer 1248, 1000 SN Amsterdam.

H-80-2

Als u het blad niet wilt beschadigen, kunt u ook gebruik maken van een briefkaart.

Professionele inbraak-alarmcentrale

5. (slot) Effectieve spanningsbewaker

**De vijfdelige serie over een centrale, die is bedoeld voor het signaleren van inbraak, wordt met dit artikel afgesloten.
De complete centrale (CCS) is al in de vorige delen besproken. Belangrijk is nu alleen nog een bewakingsschakeling voor de voedingspanning. Hoewel een dergelijke bewaker in de eerste plaats belangrijk is bij de CCS, zijn er ook wel veel andere toepassingen denkbaar. Al was het alleen maar om de accuspanning van de auto te bewaken!**

Accuratesse: noodzaak.

Hoewel onze CCS niet volgens de strengste normen is ontwikkeld, zal deze in verreweg de meest voorkomende praktijksituaties uitstekend voldoen.
Daarbij hebben we dan ook de meeste eisen, die door TBBS worden gesteld, in de CCS verwerkt.
Uiteraard zal de kwaliteit van de CCS voor een groot gedeelte afhangen van de gebruikte componenten en de montagewijze. Bovendien zal vooral in een later stadium ruim de tijd moeten worden genomen voor het installeren van de verschillende kabels naar lichtnet, extern slot en alarmopnemers.
Als er bewegingsmelders worden toegepast moeten deze op zorgvuldig gekozen plaatsen worden geïnstalleerd. Meestal trekken de moderne bewegingsmelders (zoals passief infrarood) zo weinig stroom, dat deze gemakkelijk vanuit de CCS kunnen worden gevoed en dat is ook de bedoeling.
Worden er ook deur-, raam- en/of trilcontacten gebruikt, dan moeten ook deze nauwkeurig worden geïnstalleerd. Vooral de bekabeling van deze kleine contacten verdient grote aandacht. Veel valse alarmmeldingen zijn te wijten aan een nonchalante montage, waarbij vroeg of laat breuken optreden.

Het is verder van het grootste belang dat u van tijd tot tijd de inbraakinstallatie test. Zoiets mag beslist wel 1 × per 14 dagen gebeuren.
Het controleren van de noodstroomvoorziening vanuit de accu mag zelfs wel elke week gebeuren. Daarbij is het vooral belangrijk dat de accuspanning wordt nagemeten. U kunt dit natuurlijk doen met een spanningsmeter, maar in de praktijk is dat vrij omslachtig.
Gemakkelijker is het de hier beschreven spanningsbewaker te bouwen. Deze geeft met een LED aan of de accuspanning wel boven een bepaald minimum ligt. De maximale spanning wordt niet gecontroleerd, omdat dit in de praktijk meestal geen zin heeft. Immers, de IC-voeding voorkomt het laden van de accu boven 15 V, zodat de voedingsstroom zichzelf begrenst. De minimale spanning is veel belangrijker omdat de alarminstallatie bij een te lage accuspanning niet alleen niet werkt, maar de accu tevens wordt vernield.

De hier beschreven spanningsbewaker kan natuurlijk niet aangeven of de accuspanning op een extreem minimum is gekomen. In dat geval zou een extra voeding voor de spanningsbewaker noodzakelijk zijn.

In de praktijk zal de bewaker aktief worden onder ca 11 V en blijven aanwijzen tot spanningen van ca 6 V. Onder deze 6 V is een eenvoudige controle mogelijk, omdat in dat geval de complete alarminstallatie beslist niet meer werkt.

Het blokschema.

Figuur 1 geeft het blokschema van de toegepaste spanningsbewaker. Hierbij wordt het hart gevormd door de comparator (blok B). Deze comparator doet eigenlijk niets anders twee verschillende spanningen met elkaar vergelijken. In ons geval zijn dat een referentiespanning en die van de accu. Is de ene spanning hoger dan de andere dan geeft de comparator een gelijkspanningsniveau af. De werking is zo simpel dat het woord 'comparator' een beetje duur aandoet.

Het ligt voor de hand dat de comparator een referentiespanning moet krijgen aangeboden. Immers, er zal een vergelijkingsbron moeten zijn.
In fig. 1 stelt +Ub de accuspanning voor, die in ons geval gelijk is aan de gehele CCS-voedingspanning.
Wordt deze laatste spanning lager dan ca 11 V dan wordt de uitgang van de comparator positief en stuurt een schakeltrap aan. Op zijn beurt geeft de schakeltrap een spanning aan de indicator. In ons geval is dit een LED. Uiteraard kunnen ook andere indicatoren worden toegepast. In de handel zijn mooie piepers en zoemers, die werken op 5 of 6 V. Met een serieweerstand van ca 100 Ω kunnen dergelijke akoestische indicatoren worden toegepast bij de spanningsbewaker. De schakeltrap is daarop berekend.

De comparator

Voor de comparator wordt een OpAmp gebruikt, waarvan fig. 2 het schema geeft. Een OpAmp is een versterker met twee ingangen en (meestal) een enkele uitgang. Als een OpAmp niet wordt tegengekoppeld heeft deze over het algemeen een gigantische versterkingsfaktor, die ons mooi van pas komt.
Voor gebruik van de OpAmp als comparator maken we gebruik van beide ingangen. De referentiespanning zetten we op

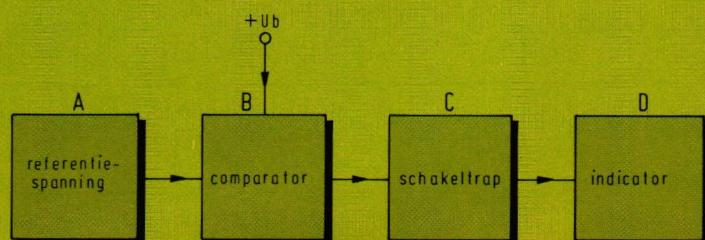


Fig. 1. Het blokschema van de spanningsbewaker laat zien dat het hart van de schakeling wordt gevormd door een comparator, die verschillende spanningen vergelijkt.

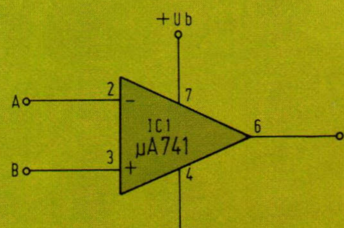


Fig. 2. Als comparator wordt een gewone operationele versterker in IC-vorm gebruikt. De ingangen meten het niveau van twee verschillende spanningen.

ingang B en de accuspanning op ingang A. Om praktische redenen wordt de accuspanning niet rechtstreeks aangeboden, maar via een weerstandsdeling. Voor het principe maakt dat niets uit.
Nu is de werking van de OpAmp uit fig. 2 zo dat, als punt B positiever is dan A, de uitgang (C) ook sterk positief wordt. B is namelijk een ingang die niet inverteert. Dit houdt in dat C dezelfde fase heeft als B. Is B positiever dan A dan wordt C ook positiever. C wordt zelfs sterk positiever vanwege de grote versterkingsfaktor van de OpAmp.

Het voorgaande houdt ook in dat, als A positiever is dan B, uitgang C op nul ligt. Een gering spanningsverschil tussen A en B, waarbij A hoger ligt, zal door IC 1 worden versterkt en op uitgang C worden aangeboden. In de praktijk is het allemaal niet zo ideaal. C wordt nooit helemaal nul maar blijft rond 2 V hangen.

De schakeltrap.

Uit het voorgaande volgt dat we een probleem hebben: als C uit fig. 2 nul moet zijn is deze meestal minimaal 2 V. We kunnen dus C niet direct laten volgen door een transistor, omdat deze dan reeds aangestuurd wordt. De oplossing geeft fig. 3.
Op punt X wordt C uit fig. 2 aangesloten. Als X 2 V is zal zenerdiode D4 blijven sperren, omdat deze diode een zenerspanning heeft die hoger is dan de genoemde 2 V. Wordt punt X echter sterk positief dan zal D4 gaan geleiden en transistor T1 in verzadiging sturen. Dit laatste houdt in dat de collector van T1 vrijwel op nul komt te liggen als de accuspanning te laag wordt.
Op de collector van T1 kunnen we verschillende indicatoren aansluiten. D6 is als voorbeeld geplaatst, waarbij R5 de stroom begrensd. D6 zal licht geven als de accuspanning te laag is.

Eventueel kan tussen +Ub en Y ook een relais (6 V-spoel) worden aangesloten. In dat geval is diode D5 noodzakelijk. Voor andere aansluitingen is D5 overbodig. Genoemd relais zou bijvoorbeeld via de contacten op afstand een ander alarm kunnen sturen. In dat geval kan via een batterij, die elk jaar wordt verwisseld, een luide signaalgever worden aangestuurd. Hiertoe wordt eenvoudig, in serie met het maakcontact van het relais, de batterijspanning aangesloten. Aan de andere zijde van het maakcontact komt dan een aansluitdraad van de signaalgever, terwijl de nul van deze laatste wordt doorverbonden met de nul van de batterij.
Ook 6 V-zoemers, die kunnen werken op gelijkspanning, kunnnen op de uitgang van de spanningsbewaker worden aangesloten. Deze worden ook tussen +Ub en punt Y aangesloten.
Afhankelijk van de soort indicator kan R5 worden gekozen. Als deze weerstand moeilijk is te berekenen, kan deze wel experimenteel worden vastgesteld.

Het complete schakelschema

Figuur 4 geeft het complete schema van de spanningsbewaker.
Zenerdiode D1 verzorgt de referentiespanning. Via voorschakelweerstand R1 krijgt deze zijn stroom. De referentiespanning van D1 wordt direct op de ingang van IC1 gezet. De accuspanning wordt aan de andere ingang van IC1 aangeboden, via weerstandsdeling R2/R3.
De uitgang van IC1 wordt gevolgd door de schakeling die reeds bij fig. 3 is besproken.

De print

Figuur 5 geeft de lay-out van de print waarop de schakeling volgens fig. 4 kan worden bevestigd.
De componentenopstelling is gegeven in fig. 6. Hoewel de print klein is van afmetingen kunnen de componenten gemakkelijk worden geplaatst. IC1 kan het beste worden geplaatst op een voetje. Let goed op de aansluitrichting van dit IC: punt 1 zit links boven.
Transistor T1 kan niet vlak tegen de print worden gemonteerd, maar moet enige

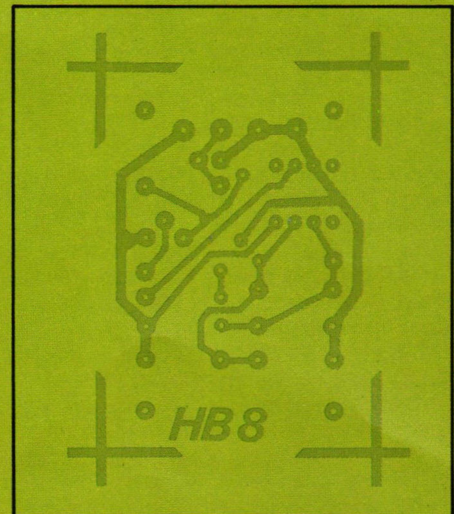


Fig 5. De lay-out voor de print waarop de schakeling volgens fig. 4 kan worden gemonteerd. De afbeelding is gezien vanaf de soldeerzijde en de schaal is 1:1.

millimeters boven de oppervlakte uitsteken.
Als gebruik wordt gemaakt van een optische spanningsbewaking kan op de print eventueel de LED (D6) worden aangebracht. In dat geval wordt weerstand R5 1kΩ.
Let bij de montage van de componenten goed op de aansluitrichting van de dioden. De twee dioden links van IC1 zijn 'anti-parallel' geschakeld. Beide zenerdioden (D1 en D4) zijn met de kathodezijde naar boven gericht.
Afbeelding 7 geeft een indruk van de compleet gemonteerde print. Ter verduidelijking is hier de optische indicator aangebracht. Ook diode D5 is op de print aanwezig, hoewel deze alleen maar nut heeft als extern een relais (spoel) wordt aangesloten.
Om het bekabelen te vergemakkelijken zijn op de externe aansluitpunten printpennen geplaatst.

Fig. 3. De schakeltrap van de spanningsbewaker is universeel van opzet. Eventueel kan een relais met eigen batterij en signaalhoorn worden aangesloten. In dat geval wordt de (6 V) relaisspoel tussen punt +Ub en Y geplaatst. Diode D5 beschermt dan T1 tegen inductieve pulsen.

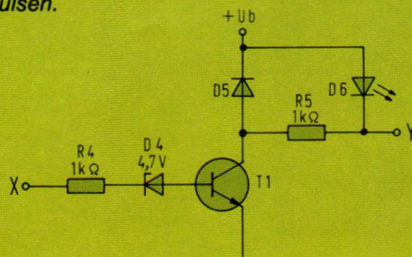
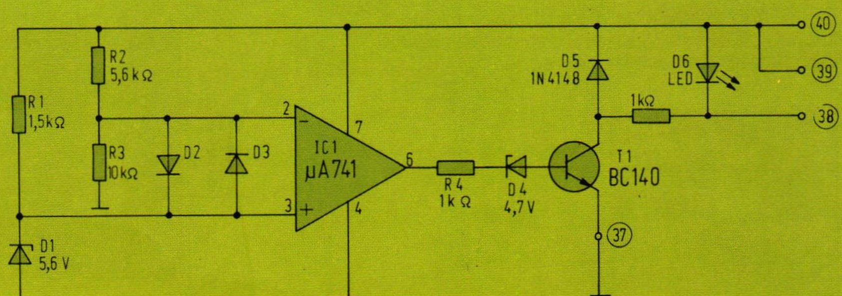


Fig. 4. Het complete schakelschema van de spanningsbewaker is erg eenvoudig. Diode D1 verzorgt de referentiespanning die aan punt 3 van IC1 wordt aangeboden.

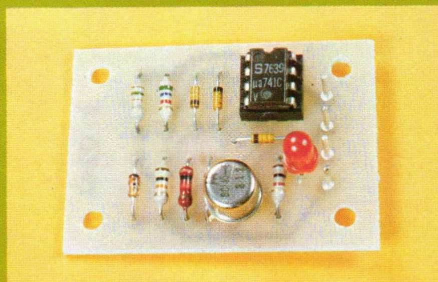


De externe aansluiting.

Figuur 8 geeft de print van de spanningsbewaker samen met die van de voeding, die in het vorige deel van de beschrijving is besproken.
Punt 37 (nul) van de spanningsbewaker wordt verbonden met punt 33 van de voedingsprint. Evenzo wordt punt 40 (de plus) verbonden met punt 36.
Uiteraard gaan de voedingspunten nul en +Ub naar de eigenlijke CCS-schakeling, zoals in deel drie van de serie uit de doeken is gedaan.
In geval van fig. 8 is de indicator op de print aangebracht. In veel gevallen zal het praktischer zijn de optische indicator wat meer in het zicht te plaatsen. In dat geval kan de schakelwijze van fig. 9 worden gevolgd. Hier is op de print R5 wel geplaatst, maar LED D6 is aangesloten op de punten 38 en 39.
Soms is het moeilijk te zien wat nu de anode en kathode van een LED is. In veel gevallen is het zo dat de anode-aansluitdraad langer is dan die van de kathode. Over het algemeen is het huis van de LED voorzien van een vlak kantje dat aangeeft wat de kathodezijde is.
Het aansluiten van de schakeling volgens fig. 9 zal verder op weinig problemen stuiten omdat dit precies gelijk is aan de aansluiting zoals fig. 8 aangeeft.

Andere mogelijkheden

De spanningsbewaker volgens fig. 4 kan gemakkelijk voor andere niveau's worden gebruikt. Bij spanningen lager dan 8 V moet referentiediode D1 worden verkleind. Uiteraard zal de spanning van deze diode altijd wat lager moeten zijn dan de te bewaken spanning. Onder spanningen van ca 6 V is de spanningbewaker niet meer goed te gebruiken.
Hogere spanningen tot ca 30 V zijn wel mogelijk.
Bij alle te bewaken spanningen boven ca 8 V kan diode D1 5, 6 V blijven.
De juiste te bewaken spanning is in te stellen door weerstand R2 of de verhouding van R2/R3 aan te passen. In twijfelgevallen is het altijd mogelijk om voor R2 een instelpotmeter van 25kΩ te nemen tot spanningen van ca 20 V en een instelpotmeter van 50kΩ bij spanningen tussen 20 en 30 V.
Voor het bewaken van de accuspanning bij een auto kan de schakeling in originele toestand worden gebruikt, omdat een boordspannning van 11 V toch wel als minimaal is te beschouwen.



Afb. 7. Deze afbeelding geeft een goede indruk van de eenvoudige montage. Transistor T1 moet met het huis enige millimeters boven de print worden gelaten.

Hoewel het hier wat te ver voert kan de schakeling volgens fig. 4 ook gebruikt worden om temperatuurniveau's te bewaken. In dat geval wordt voor R2 of R3 een NTC toegepast. Handige knutselaars zijn beslist wel in staat om de schakeling zonder printwijzigingen om te zetten in een vorst- of kookpunt-indicator!

Tot slot.

Tenslotte is in fig. 10 het totale schema van de professionele alarmcentrale gegeven.
Alle schakelingen van de vorige delen zijn hierin opgenomen.

Componentenlijst bij fig. 4 en 6.

weerstanden:
R1 = 1,5kΩ.
R2 = 5,6kΩ (zie tekst)
R3 = 10kΩ.
R4 = 1kΩ.
R5 = 1kΩ (zie tekst).

halfgeleiders:
IC1 = μA741, 8-pens 'dual in line'.
T1 = BC140, BC141.

D1 = zenerdiode, 5, 6 V/250 . . 400 mW.
D2, D3 = 1N914, 1N4148.
D4 = zenerdiode, 4, 7 V/250 . . 400 mW.
D5 = 1N914, 1N4148 (zie tekst).
D6 = LED, 5 mm, rood (zie tekst).

overige componenten:
1 printje HB-8
1 IC-voetje, 8-pens 'dual in line'.
4 printpennen, 1 mm rond.

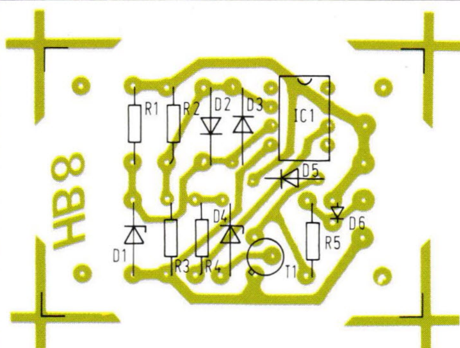


Fig. 6. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 4 op de print van fig. 5.

Fig. 9. Als LED D6 extern wordt aangebracht kunnen de aansluitdraden worden verbonden met punt 38 (kathode) en 39 (anode).

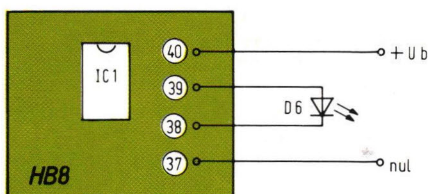
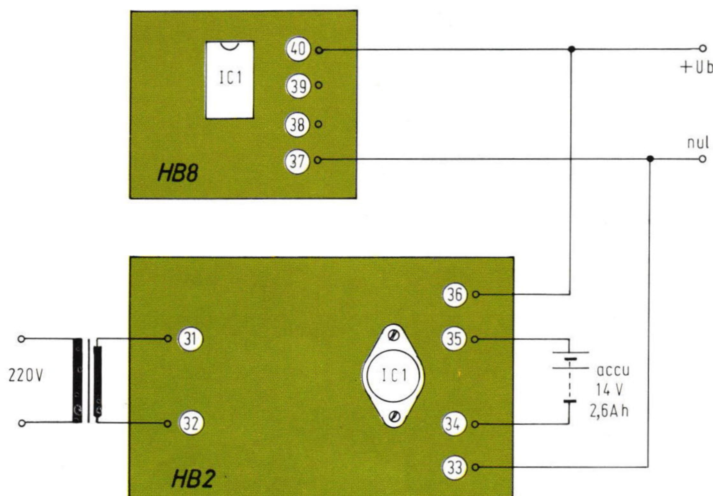


Fig. 8. Voor het aansluiten van de spanningsbewaker zijn, als de interne optische indicator wordt gebruikt, slechts twee aansluitdraden noodzakelijk.



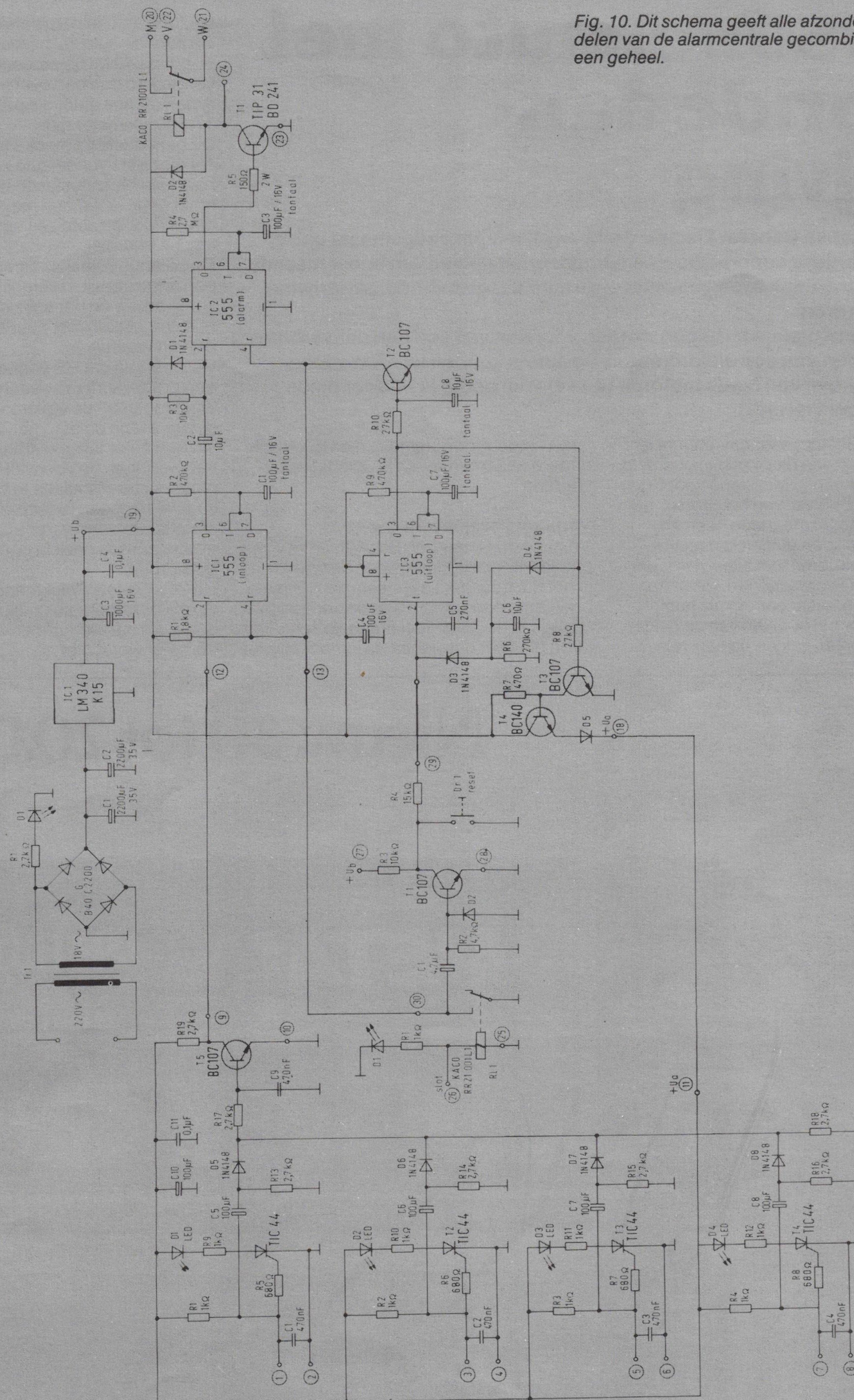


Fig. 10. Dit schema geeft alle afzonderlijke delen van de alarmcentrale gecombineerd tot een geheel.

Personenauto met hybride aandrijving

De Amerikaanse General Electric Company heeft bekendgemaakt dat zij samen met enkele andere ondernemingen op het gebied van onder meer de automobieltechniek twee geavanceerde auto's met 'hybride' aandrijving zal gaan bouwen.
Deze experimentele voertuigen worden voorzien van een benzineverbrandingsmotor en van een elektromotor. De auto's kunnen worden aangedreven door één van beide motoren of — als dat nodig is — door beide motoren tegelijkertijd.

Het General Electric researchcentrum is hoofdaannemer van dit project in opdracht van het Amerikaanse Ministerie voor Energiezaken (DOE). Doel van het project, dat een looptijd van 30 maanden heeft en waarvoor 16 miljoen gulden is uitgetrokken, is het contrueren van twee vierdeurs sedans voor vijf volwassenen. De keuze van het GE-researchcentrum als hoofdaannemer voor het bouwen van de beide hybride voertuigen volgde op een vele jaren vergende voorstudie, die GE en drie andere ondernemingen in competitie uitvoerden.

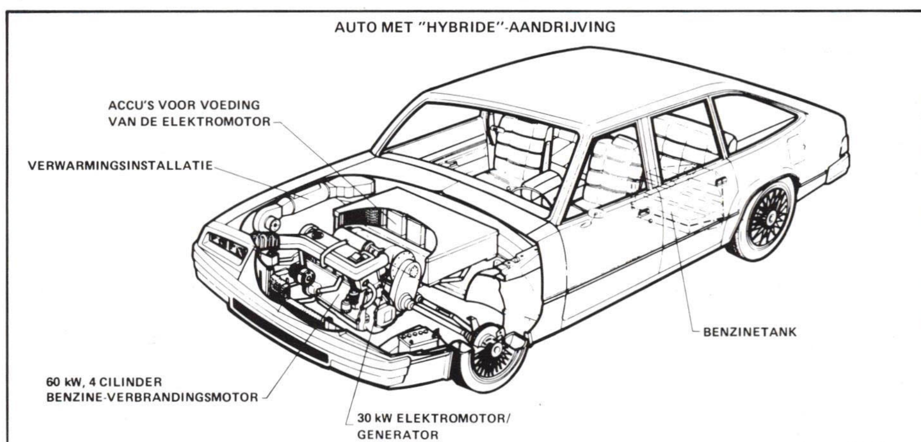
Verlaging bezineverbruik
Volgens dr. Roland W. Schmitt, GE's vicepresident voor onderzoek en ontwikkeling, is het dubbele tractiesysteem van de hybride auto een veelbelovende benadering om ook in de potentieel brandstofschaarse jaren die voor ons liggen, te kunnen blijven voldoen aan de verplaatsingsbehoeften.
De hybride auto zal bijvoorbeeld naar verwachting 40 tot 55 procent minder benzine verbruiken dan een overeenkomstige Amerikaanse auto, die per jaar ongeveer 17.500 kilometer rijdt.
De gemiddelde Amerikaanse automobilist zal met zijn hybride auto zo min mogelijk naar een benzinestation hoeven en maximaal gebruik kunnen maken van (grotendeels door de auto zelf opgewekte) elektrische energie.
De belangrijkste voordelen zijn het lagere benzineverbruik in vergelijking met gewone auto's en het aanzienlijk grotere bereik vergeleken met puur elektrisch aangedreven voertuigen.
Het voertuig dat GE voor dit project koos is een grote vierdeurs sedan. De verbrandingsmotor en de elektromotor worden dwars voorin de auto gebouwd en drijven via een automatische transmissie met drie versnellingen de voorwielen aan. De complete tractie-installatie — inclusief de accu's — krijgt een plaats vóór de kooiconstructie. De vorm van de carosserie zal in aerdynamisch opzicht opnieuw worden ontworpen.
De 30 kW sterke elektromotor en de 60 kW sterke benzinemotor zullen zowel afzonderlijk als parallel kunnen werken. De elektromotor wordt met name gebruikt voor

snelheden van 0 tot 50 km/h en de benzinemotor voornamelijk voor het rijden op autowegen. In situaties waar zowel de elektromotor als de benzinemotor nodig zijn, zoals bij het inhalen, zal de belasting automatisch — met behulp van een microcomputer-besturing — over de beide motoren worden verdeeld.

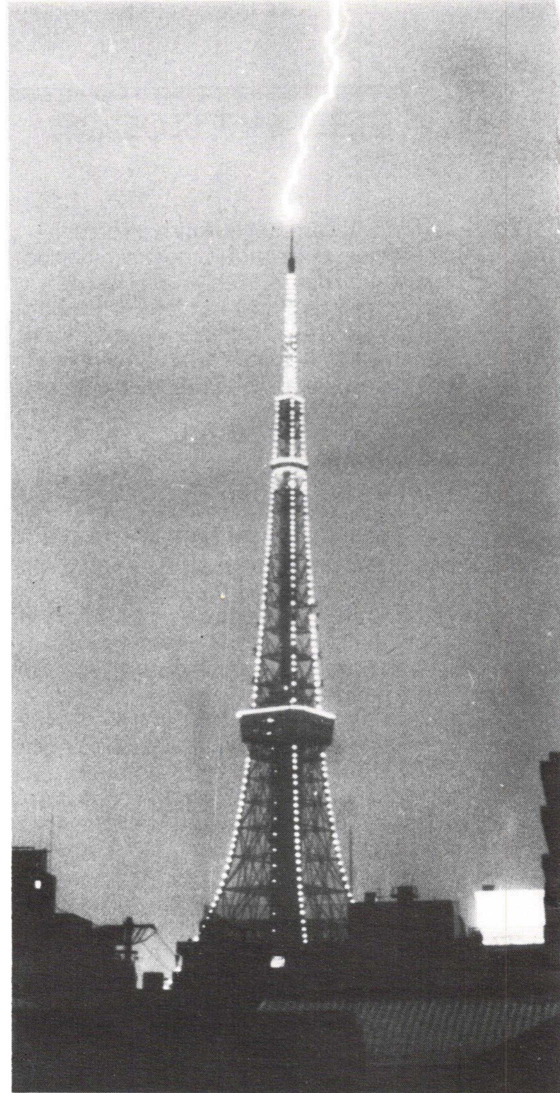
Specificaties
De tien accu's zullen samen bijna 350 kg wegen. Ze zullen naar verwachting ongeveer 800 keer kunnen worden herladen door recuperatief remmen, als de auto door de benzinemotor wordt aangedreven (waarbij de elektromotor als generator fungeert), of op het lichtnet, waarbij de elektronische tractieschakeling als acculader wordt geschakeld.
Het rijklaar gewicht van de wagen zal naar verwachting ongeveer 1800 kg bedragen. Hoewel de nieuwe hybride auto ruim 350 kg méér weegt dan in conventionele uitvoering het geval zou zijn, zal het dubbele aandrijfsysteem vijf procent mindere energie verbruiken.
Technici van General Electric verwachten dat de experimentele hybride auto in 12 seconden vanuit stilstand een snelheid van 80 km/h kan halen. Qua uiterlijk, rijgedrag en prestaties zal de wagen overeenkomen met conventioneel aangedreven auto's die in het midden van de jaren tachtig op de markt komen. Bij het ontwerp wordt rekening gehouden met massaproduktie voor een prijs van rond 15.000 gulden op basis van het prijspeil van 1978.

Onderaannemers
Belangrijke onderaannemers bij de constructie van dit hybride voertuig zijn de onderzoekafdeling van de Volkswagenfabrieken in Duitsland, die de speciaal aangepaste benzinemotor zal ontwerpen en bouwen; in de Verenigde Staten zijn dat Globe-Union die de geavanceerde 12 V loodaccu's zal ontwikkelen voor het voeden van de elektromotor, en Triad Services die het chassis en de carrosserie van de auto zal ontwerpen en bouwen. Daihatsu Motor Co., een toonaangevende fabrikant van accu-wagens in Japan, fungeert als projectadviseur.

Dit is een model van een experimentele auto met een gecombineerde benzinemotor/elektromotor-aandrijving, die het General Electric researchcentrum in de Verenigde Staten gaat ontwikkelen in opdracht van het Amerikaanse Ministerie voor Energiezaken.



Donder en bliksem



Afb. 1. Hier wordt de Tokyo Tower door blikseminslag getroffen. De foto werd genomen van uit een appartement naast de toren.

Het verschijnsel 'bliksem' houdt de mensen al eeuwenlang bezig. Dacht men eerst dat donder en bliksem te maken hadden met het humeur van Zeus, Jupiter of Donar, tegenwoordig tracht men het beangstigende verschijnsel op een wetenschappelijk verantwoorde manier te verklaren. Onlangs is een boekje verschenen van Ir. H. Aaftink en uitgegeven door Winterthur Verzekeringen, waarin op bijna alle vragen die men zich zou kunnen stellen met betrekking tot bliksem een verklarend antwoord wordt gegeven.
In dit artikeltje willen wij kort het verschijnsel bliksem bespreken, voor meer informatie verwijzen we naar het bovengenoemde boekje.

Hoe ontstaat bliksem?
De theorie dat bliksem ontstaat doordat de wolken dicht langs elkaar schuiven is al-lang achterhaald. Benjamin Franklin bewees in 1752 dat bliksem een elektrische ontlading is. Deze ontlading ontstaat tussen een elektrisch geladen wolk en de aarde, tussen 2 of meer wolken met tegengestelde polariteit of zelfs tussen twee delen binnen dezelfde wolk, die ook beiden een tegengestelde polariteit hebben.
Een relatief klein deel van de elektrische ontladingen vindt plaats tussen het wolkendek en de aarde. Het feit dan onweer vaak voorkomt na een warme zomerdag kan worden verklaard doordat de wolken een elektrische lading verkrijgen door het opstijgen van de vochtige, warme lucht. Op een hoogte van 3 . . . 10 km bestaan er zowel onderkoelde waterdruppels als fijne ijskristallen. Tijdens het vallen van grotere ijswaterdeeltjes, beter bekend onder de naam hagelstenen, worden kleine onderkoelde waterdruppels gevangen. Deze vriezen vast op de hagelsteen, waarbij zich ijssplinters afscheiden die elektrisch positief geladen zijn. Als de elektrische lading boven de aarde is toegenomen tot boven een bepaalde sterkte, treedt er een gehele of gedeeltelijke ontlading op door middel van de bliksemflits. Onweer kan ook ontstaan bij het binnendringen van een koudefront in een warmere luchtmassa.

De bliksemstraal
Op het eerste gezicht lijkt het of bij blikseminslag de bliksemstraal van boven naar beneden gaat en op het aardoppervlak inslaat. Dit is echter in de meeste gevallen niet zo.
Voordat de bliksem zichtbaar is heeft er een vóórontlading plaatsgehad tussen het wolkendek en de aarde. Hierbij gaat de bliksemstraal dus naar de aarde toe.
Daarna zien we een bliksemstraal die van beneden naar boven gaat. We zouden dus kunnen stellen dat de bliksem naar beneden én naar boven gaat! De hitte van de bliksemstraal gaat het menselijk voorstellingsvermogen ver te boven. De tot nu toe hoogst gemeten temperatuur gedurende 1 μs is ongeveer 4 maal de hitte van het oppervlak van de zon, dit is ca. 30 000°C.
De afmetingen van de bliksemstraal zijn natuurlijk erg moeilijk te bepalen. Er zijn echter gegevens bekend dat de gemiddelde verticale bliksemstraal 5 . . . 6,5 km lang is. Bij horizontale bliksemstralen is dit gemiddelde zelfs nog langer 8 . . . 16 km! Met behulp van radar zijn zelfs bliksemstralen van 140 km lengte waargenomen. Er

Afb. 2. Blikseminslag in Lugano, Zwitserland.



komen echter ook bliksemstralen in het wolkendek voor van slechts enkele meters. De doorsnede van een bliksemstraal is over het algemeen enkele centimeters. Even een stapje opzij doen bij het zien van een bliksemstraal is er niet bij. Een bliksemstraal gaat in één seconde ongeveer anderhalf maal om de aarde heen! De snelheid bedraagt 10 . . . 30 % van de lichtsnelheid.

De nu volgende getallen zijn voor ons, elektronici, onvoorstelbaar groot. Wist u dat de gemiddelde stroomsterkte van een bliksemstraal 100 . . . 60 000 ampère bedraagt? Dit tijdens een duur, die varieert van één seconde tot éénduizendste seconde. Er zijn zelfs stroomsterktes van 200000 ampère gemeten, bij een tijdsduur minder dan éénduizendste seconde.
De spanning tussen het wolkendek en het ontladingspunt kan oplopen tot 100 megavolt. (Dit is honderd miljoen volt!) En wij maar werken met een 4,5 volt batterijtje . . .
De schade die een inslaande bliksemstraal kan veroorzaken loopt uiteen van nul komma nul tot niet te overzien. Bliksem kan brand of explosies veroorzaken. Dit is als volgt te verklaren: Tijdens een kortstondige stroomstoot van 5 000 . . . 200 000 ampère loopt de temperatuur op tot ongekende waarden. Deze korte bliksemflitsen doen in de omgeving een luchtdruk ontstaan die kan oplopen tot ca. 100 maal de atmosferische druk.
Als deze bliksemstraal een voorwerp treft zal hieraan schade ontstaan alsof het voorwerp ontploft is. Dit in tegenstelling tot een 'langdurige' bliksemstraal. Hierbij ontstaat een stroomstoot van ca. 100 . . . 300



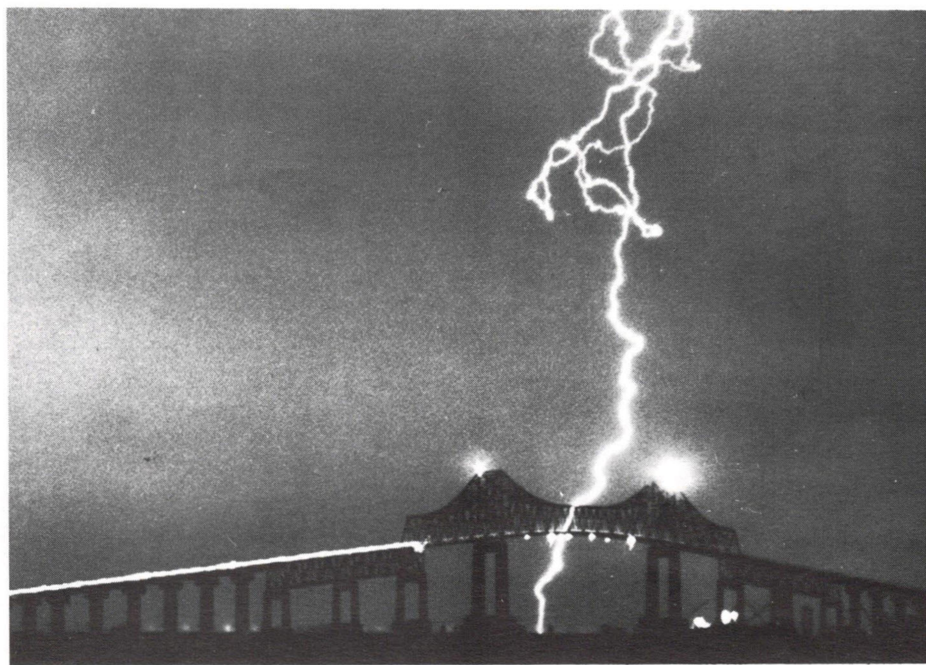
Afb. 3. Een enorme bliksemschicht treft hier het gebouw van de Seattle- First National Bank in Washington.

ampère die langer duurt: enige tienden van seconden. Deze bliksemstraal zal bij inslag in een enigzins brandbaar voorwerp onmiddelijk brand veroorzaken. (bijv. een rieten dak o.i.d.). Deze laatsgenoemde bliksem veroorzaakt meestal de dood bij een hierdoor getroffen persoon.

Donder

De bliksemflitsen alleen zijn al griezelig, het geheel wordt nog onheilspellender als ook de donder met daverende klappen hoorbaar is.
Het geluid van de donder ontstaat door de plotselinge drukgolf die optreedt tijdens de extreem hoge temperatuur van de bliksemflits. De lucht zet zich door de snelle temperatuurstijging in de bliksemstraal zéér snel uit. Deze uitzetting plant zich als een drukgolf voort, die wij als geluid herkennen.
Zoals bekend plant het geluid zich voort met een snelheid van zo'n 300 m per seconde. Dit verklaart waarom wij éérst de flits zien en daarna de donder pas horen. De ontlading verloopt namelijk met een snelheid van 100 000 km per seconde. Het tijdsverschil tussen het waarnemen van de bliksemflits en het waarnemen van de donder is een maatstaf voor de afstand die het onweer nog van ons verwijderd is. Een vuistregeltje waarmee we kunnen bepalen hoever het onweer nog verwijderd is, is het volgende: elke drie seconden tussen de bliksemflits en de donder betekend ca. 1 km afstand. De donder heeft geen specifiek geluid. Soms is het als een langdurig gerommel te horen, dan weer geeft het een klap alsof er dynamiet ontploft. Het geluid van de donder is afhankelijk van de richting waarin de bliksemstraal zicht ten opzichte van u verplaatst. Als de bliksemstraal zich naar u toe of van u af beweegt zullen de geluidsgolven u geleidelijk bereiken. Hierdoor hoort u een aanhoudend gerommel. Het kan echter ook voorkomen dat de bliksemstraal op constante afstand van u voorbijschiet, de geluidsgolven bereiken u dan onmiddelijk en dit ervaart u als een daverende klap. Het sissende geluid dat soms wordt waargenomen vóór de donder is waarschijnlijk het geluid van de voorontlading.

Afb. 4. Deze spectaculaire opname werd gemaakt tijdens een hevige onweersbui in Tamps, Florida. De bliksemstraal lijkt hier de brug te treffen, maar hij sloeg enkele meters ernaast in.



Blikseminslag

Het verhaal dat bliksem altijd op het hoogste punt in de omgeving inslaat is slechts ten dele waar. De richting die de bliksemstraal kiest is afhankelijk van de verspreiding van de elektrische lading in de lucht.
Als de straal slechts ca. 10 . . . 100 m boven de grond is dan heeft de bliksem een voorkeur voor de hogere punten. Dit is de reden dan men bliksemafleiders heeft gebouwd, waarbij de punt boven andere hoge punten uitsteekt. De straal zal nu het hoogste punt kiezen om in te slaan en dit is de bliksemafleider; omdat we er tevens voor zorgen dat deze afleider van metaal is is de bliksemstraal helemaal in zijn nopjes en zal niet langer 'twijfelen' en dit punt als inslagpunt kiezen. Metaal trekt de bliksem beter aan i.v.m. de elektrische geleidbaarheid. Desalniettemin schrikt de bliksemstraal er ook niet van terug om zijn weg naar de aarde via een minder goede geleider te zoeken, zoals bijvoorbeeld hout (bomen) of zelfs de mens of een dier.
Het te beveiligen object is voorzien van

ontvangers die verticaal zijn opgesteld. Deze geleiden de bliksemstroom vanaf het punt van inslag naar de aarde. In het object (bijvoorbeeld een kerk of een huis) is nu niets te merken van het elektrische veld dat de bliksemstroom veroorzaakt. Dit komt door het principe van Faraday. Michael Faraday bewees in 1831 dat een elektrische stroom, vloeiend in een geleider die een 'kooi' vormt, in die kooi geen enkel elektrisch effect veroorzaakt. Omdat een metalen auto ook een geleidende kooi is, is men tijdens onweer in de auto veilig. Indien de bliksem de auto als inslagpunt zou kiezen, dan geleidt de carrosserie de bliksemstroom naar de aarde. Hierbij kan het rubber van de banden de stroom er niet van weerhouden naar de aarde af te vloeien. De personen in de auto zijn veilig doordat zijn zich in de kooi bevinden.

Wat te doen bij onweer

Als u tijdens onweer buiten bent loopt u de kans dat de bliksemstraal u uitkiest om als geleider naar de aarde te fungeren. Of u daar blij mee bent is een tweede. Dit noemt men 'directe inslag'.

Wat echter veel vaker voorkomt is de 'indirecte inslag'. De bliksem slaat dan enkele meters verderop in en de stroom verplaatst zich straalsgewijs in alle richtingen in de grond. Hierdoor ontstaat een hoog spanningsverschil tussen uw beide voeten en hierdoor zal er een stroom door uw lichaam gaan lopen. Daarom moet u, indien u in het open veld door de bliksem wordt overvallen, het oppervlak met de grond zo klein mogelijk maken. Dus bij voorbeeld met de voeten naast elkaar gaat staan. U kunt dan echter nog wel door directe blikseminslag getroffen worden. Om ook dit risico te beperken kunt u in het uiterste geval (als er geen huis of auto in de buurt is) het beste hurken met de armen om de benen heen geslagen, hierbij de voeten bij elkaar houdend om het contactoppervlak met de grond zo klein mogelijk te maken.

Vanzelfsprekend moet u nooit onder een boom of de ver uitstekende takken daarvan gaat staan. Hier loopt u tijdens onweer het grootste gevaar!
Blijf ook uit de buurt van lange metalen hekwerken of afrasteringen. Als de bliksem hierin inslaat of bijvoorbeeld via een boom hierin terecht komt kan dit hekwerk de bliksemstroom honderden meters geleiden.
Zoals uit het voorgaande duidelijk is geworden moet men ook nooit plat op de grond gaan liggen. Hierdoor wordt het aanrakingsopervalk met de grond maximaal waardoor het risico van indirecte inslag toeneemt!

De gegevens van dit artikel zijn ontleend uit 'leven met bliksem' van ir. H. Aaftink. Wie meer wil weten van onweer kan dit boekje in zijn bezit krijgen door storting van f. 13,50 (incl. verzendkosten) op postgiro 28462 t.n.v. Winterhur Verzekeringen onder vermelding van 'leven met bliksem'. Het boekje is rijkelijk voorzien van illustraties en kleurenfoto's, het is in duidelijke en heldere taal geschreven en bevat een schat aan informatie over het verschijnsel bliksem.

De micro-computer, bit voor bit (2)

In het eerste deel van onze nieuwe serie hebben we nagegaan uit welke delen een computer is opgebouwd, hoe daaruit een microcomputer ontstaat en wat de vergelijking van een microprocessor met onze hersenen betekent.

Het is van belang de beide geheugenfuncties van een computer gescheiden te houden. De informatie die in het programmageheugen is opgeslagen, is vast en kan niet worden veranderd. Deze informatie kan alleen maar uit dit geheugen worden gelezen. We kunnen er dus geen nieuwe informatie in opslaan en even later weer gebruiken. In het Engels wordt dit aangegeven met Read-Only-Memory, met de gebruikelijke afkorting ROM.
Wat er ook gebeurt, we kunnen de informatie die daarin is opgeslagen slechts op één manier beschikbaar krijgen. De volgorde en de soort informatie liggen onveranderlijk vast. Op een aantal details komen we later terug.

In tegenstelling tot een ROM kunnen we in een werkgeheugen allerlei informatie inlezen en vastleggen en op elk willekeurig tijdstip weer teruglezen. Zo'n geheugen zou dus eigenlijk een leesschrijfgeheugen moeten heten. In de Engelse taal zou dat dan Read-Write Memory zijn. Maar de afkorting RWM is nooit aangeslagen, en als dat bij de Amerikanen zelfs niet lukt, dan moet er wel wat mee aan de hand zijn.
Tegenover de afkorting ROM is wel het woord RAM ingeburgerd, een afkorting van Random Access Memory, wat vertaald in het Nederlands betekent: willekeurig toegankelijk geheugen. Het wezenlijke verschil tussen een ROM en een RAM is, dat een ROM informatie bezit die alleen in een bepaalde volgorde door de CPU wordt uitgelezen en dat bij een RAM informatie op willekeurige plaatsen kan worden vastgelegd (ingeschreven) maar ook weer kan worden uitgelezen. De informatie in een RAM kan worden veranderd; die in een ROM niet.
Of je het woord RAM gewoon op zijn Nederlands uitspreekt of met een Haags accent, zoiets als REM met de e van geld, dat doet er niet toe; beide uitspraken komen evenveel voor.
Wanneer je toevallig ook wel eens de woorden PROM, EPROM of meer van dat fraais bent tegengekomen, dan doe je er verstandig aan voorlopig maar net te doen alsof deze begrippen niet bestaan. Daar komen we later wel eens op terug, doch onthou maar alvast dat dit geheugens zijn met een paar bijzondere eigenschappen.
We gaan nog even door met het trekken van parallellen tussen een computergeheugen en het menselijk geheugen. Als de mens bepaalde informatie wel eens heeft waargenomen en opgeslagen, zal toch na verloop van tijd de informatie vervagen. Je hoort vaak genoeg iemand zeggen: 'Ik kan er maar niet opkomen.' Wanneer hij dan nog eens diep nadenkt zegt hij even later: 'Ja, dat is het.' Dit soort dingen komt bij een computer niet voor. Daar kennen we maar twee toestanden: òf hij heeft de informatie opgeslagen en vindt ogenblikkelijk terug wat we vragen, òf het is om de een of andere reden niet opgeslagen en de computer kent de informatie in het geheel niet. Elk zoeken zal vruchteloos blijven, want de computer kan het niet vinden. Een computer is dus nooit te lui om iets op te zoeken, maar dat iets moet er wel zijn.

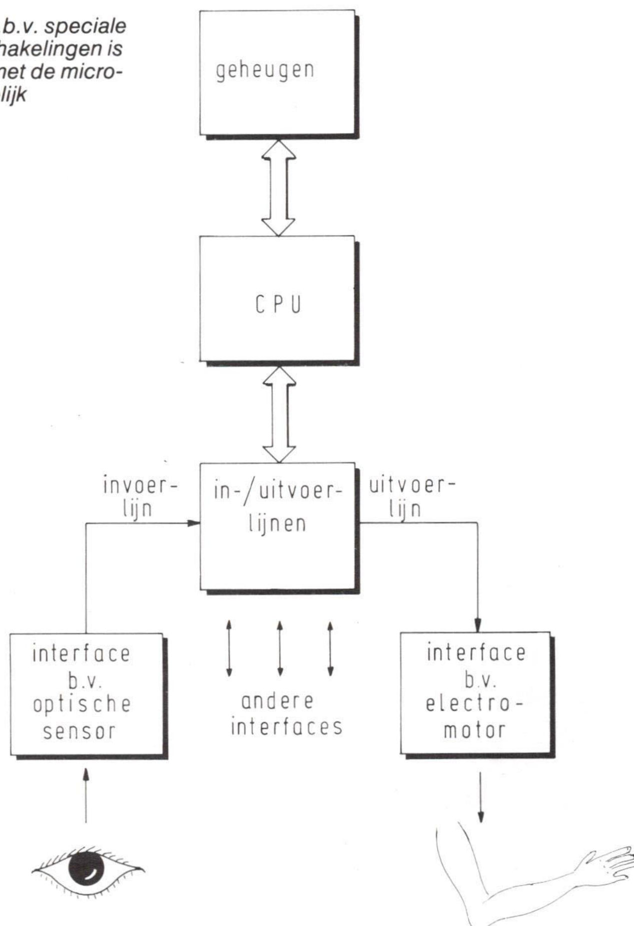


Fig. 1. Alleen m.b.v. speciale aanpassingsschakelingen is communicatie met de microcomputer mogelijk

Een μP-kanaal kan veel verwerken
Het derde functionele gedeelte van een computer bevat of verzorgt de verbindingen met de buitenwereld en bestaat uit z.g. in- en uitgangskanalen. Soms komt men ook de uitdrukking 'poorten' wel tegen.

Fig. 2. Een eenvoudig vermenigvuldigingsvoorbeeld en de oplossingsmethode daarvoor van een microcomputer.

Y= 3 * X

gesplitst in optellingen:

Y= **X** + **X** + **X**

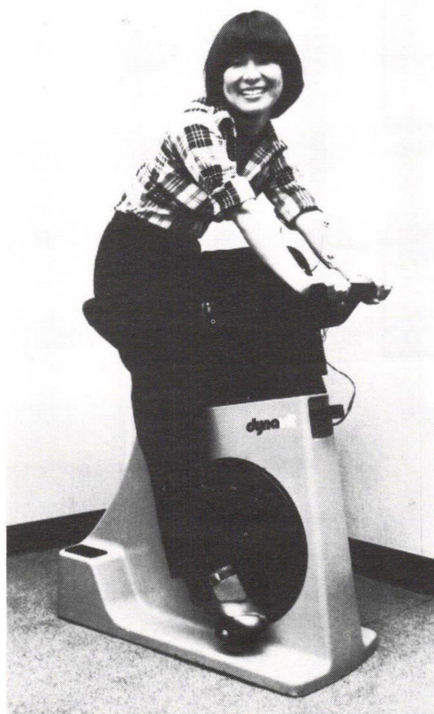


Afb. 3. Moderne kassa's zijn veelal uitgevoerd met een microcomputer.

Via dit functieblok loopt alle informatie die naar de computer moet gaan en die er vandaan komt. (fig. 1).
Als we nu weer even een vergelijking met onze hersenen maken, worden enkele dingen duidelijker. Wat voor zin heeft het als via de antenne-aansluiting allerlei informatie ons televisietoestel binnenkomt en we missen een hulpmiddel om het toestel in te schakelen (via een uitgangskanaal van onze hersenen) of als er geen ingangskanaal bestaat (het oog) om hetgeen op het scherm komt aan onze hersenen toe te voeren?
Voordat de hoeveelheid informatie via ons oog kan worden waargenomen, moet dus een inschakelbevel zijn gegeven. Het gemakkelijkst is het als deze opdracht via het akoestische kanaal (de mond) gaat, bijvoorbeeld: 'Hé joh, zet die kast eens aan.' Het kost wat meer inspanning om deze opdracht via het uitvoerkanaal (de arm) uit te voeren.We moeten dan immers gaan staan en naar het toestel lopen . . .
Kom nou niet op de gedachte om te zeggen dat je wel over een afstandbesturing beschikt om het toestel in te kunnen schakelen. Dat is een deelsysteem van de elektronica en valt in computertermen onder het hoofdstuk 'verdeelde intelligentie.' Daarmee wordt bedoeld dat bepaalde functies ergens anders worden uitgevoerd om de centrale computer efficiënter te kunnen gebruiken.
Tussen het geheugen en de buitenwereld is vaak een tussenschakeling noodzakelijk, die met het Engelse woord 'interface' wordt aangeduid. Als voorbeeld noemen we hier dat de kleurstippen van het televisiescherm niet rechtstreeks in onze hersenen worden gepompt, maar via een aanpassingsmiddel: ons oog. De centrale verwerkingseenheid in onze hersenen vertaalt deze informatie, slaat ze op en verwerkt ze tot een herkenbaar plaatje.
In- en uitgangskanalen vinden we ook bij automaten, waar de muntinworp en het uittrekken van de gekochte artikelen als zodanig herkenbaar zijn. Wat er binnen in deze kast gebeurt nadat wij het muntstuk hebben ingeworpen is niet van belang. Dat er wat gebeurt is zeker, en het resultaat zien we als kroket of zoiets in onze hand.
In het algemeen moeten we ons dus realiseren dat er na het invoeren van informatie iets moet worden bewerkt en dat de gevraagde resultaten na korte of langere tijd via het uitvoerkanaal beschikbaar komen.

Hardware en software
In het kader van de terminologie waarmee we ons tot nu toe hebben beziggehouden, moeten we nog twee woorden toelichten: hardware en software.
Onder de hardware van een computer verstaan we alles wat met de werkelijke techniek van een computer te maken heeft, zoals printen, de microprocessor, de kast, de printer, het toetsenbord voor de invoer van informatie enzovoort. Alles wat we dus kunnen voelen en vastpakken.
Wat we alleen maar kunnen bedenken, en wat we niet kunnen vasthouden noemen we software. Dat is dan alle informatie die voor de opbouw van een programma nodig is of de informatie die in het geheugen is opgeslagen. Dit wil nog niet zeggen dat we de computer daarmee tot een intelligent apparaat maken. Menigeen denkt dat je een apparaat intelligent maakt als-ie het maar snel doet. Gelukkig is dat nog steeds niet het geval, maar we komen daar nog wel eens op terug.
We willen hier nog iets over al die spraakverwarringen zeggen. We kunnen er niet onderuit dat de ontwerpers van computers en computeronderdelen begrippen in hun eigen taal bedenken en dat daardoor namen ontstaan die later zo ingeburgerd raken dat je er met goed fatsoen geen goed Nederlands woord voor kunt vinden. Taalpuriteinen zijn natuurlijk altijd in staat om daar iets aan te doen, maar dan krijg je van die kunstmatige woorden. Zo zou je hardware met bijvoorbeeld apparatuur kunnen vertalen, maar we voelen allemaal wel aan dat apparatuur zo'n algemeen woord is, dat we daar niets speciaals voor een computer in herkennen. Het woord sofware zou redelijkerwijs met programmatuur kunnen worden vertaald. Ook dit woord geeft in de samenhang met computers niet precies weer wat we met software bedoelen.
Het voordeel van woorden die over de hele wereld zijn ingeburgerd is, dat men vakliteratuur veel sneller kan begrijpen, ook als deze in een vreemde taal is geschreven.
Ook hier zal een zekere tolerantie op zijn plaats zijn, zodat je geen verkrampte toestanden krijgt door ten koste van alles een Nederlands woord te willen vinden. We laten hardware en software daarom maar in het Engels staan.

Afb. 4. Bij deze home-trainer bewaakt een kleine microcomputer de trimoefeningen.



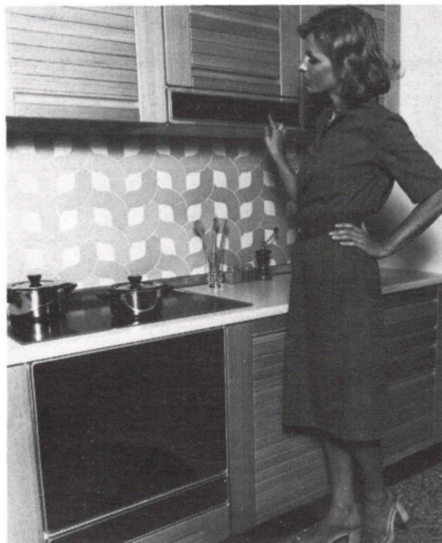
Onnozele computers zijn wel ijverig
Voordat we wat dieper op de verschillende technische zaken van een computer ingaan, moeten we eerst het waanidee uit de weg ruimen dat een computer alles weet, oppermachtig en verschrikkelijk intelligent is. In wezen is een computer een stompzinnig ding, dat uit zich zelf niets kan.
In overdrachtelijke zin zouden we kunnen zeggen dat een computer wel tonen kan voortbrengen, maar dat alleen een componist daarmee een symfonie kan maken. In dit geval is dat dus de programmeur.
Doordat een computer alles zo verschrikkelijk snel kan uitvoeren, geeft dit vaak het idee dat zo'n apparaat het einde is van technisch vernuft. We moeten ons eigenlijk realiseren dat een microcomputer slechts de eenvoudigste opdrachten kan uitvoeren, zoals het doorschuiven van informatie of het optellen van twee getallen. Het gaat in een microcomputer al fout als we twee getallen met elkaar willen vermenigvuldigen, want zo'n opdracht kan niet worden uitgevoerd. Dit moet dan als een reeks van optellingen worden geprogrammeerd. In principe kan dit gemakkelijk worden gedaan, zoals dat in het voorbeeld in fig. 2 is weergegeven.
Aan de andere kant moeten we stellen, dat er bijna niets is wat een microcomputer niet zou kunnen. Dat komt door het feit dat een microcomputer in vergelijking met onze menselijke hersenen zo allemachtig snel kan werken; in korte tijd kunnen zeer omvangrijke problemen worden opgelost. We kennen daarvan allemaal wel een paar voorbeelden om ons heen.
Microcomputers penetreren in vrijwel alle segmenten van onze maatschappij, maar we weten ook dat de technische toepassing niet voor alle doeleinden even zinvol is. Een voorbeeld om over na te denken is

de tankslag in kleur die je als televisiespel op je scherm kunt uitvoeren. Als je aan zes uren televisie kijken nog niet genoeg had en je speelt dit spel, dan moet je toch bedenken dat dit alleen maar mogelijk werd door toepassing van een multiprocessor, waarmee we bedoelen dat er meerdere microprocessoren nodig waren om dit spel in deze vorm mogelijk te maken.
Een ander extreem voorbeeld vinden we in medische toepassingen. Om de werking van het hart goed te kunnen analyseren moest men vroeger een catheter (holle buis) inbrengen. Tegenwoordig kan men volstaan met het aanbrengen van uitwendige sensoren (voelers) en de gegevens door een microcomputer laten verwerken. Het is vooral dit soort toepassingen dat tot de verbeelding spreekt en waarvan iedereen vindt dat de microprocessor goed werk doet.
Tussen deze twee uiterste voorbeelden ligt een breed scala van allerlei toepassingen voor de microprocessor, waarin deze naar behoren rustig en bescheiden zijn werkzaamheden uitvoert. Zo zie je bij benzinetankstations niet meer de rondtollende schijven met cijfers, maar flapperende zeven-segmentencijfers als het uithangbordje van de microcomputer. Of je ziet de ingetikte getallen op een kassa in een supermarkt telkens naar links schuiven wat in veel gevallen met een slim of hinderlijk piepje wordt begeleid. Ook hier speelt de microcomputer een rol, zoals een paar voorbeelden in afb. 3 aantonen.
Voor mensen die hun hartinfarct liefst thuis krijgen zijn er home-trainers (in goed Nederlands: kunstfietsen) op de markt die je vóór de training vraagt of je man of vrouw bent, wat je leeftijd is en hoe zwaar je bent. Dan kun je opstappen zoals in afb. 4 en beginnen te trappen. Uit de toename van de hartslag berekent de computer hoe lang je vandaag kunt trainen.

Een grootscheepse opmars van de microcomputer in de auto-elektronica wordt nog door een aantal hinderpalen belemmerd, maar toch zal zich dit heel duidelijk doorzetten. Vanaf 1977 zijn er al Amerikaanse auto's op de markt waarvan het ontstekingstijdstip door een microcomputer wordt geregeld. Dit wordt natuurlijk niet gedaan omdat men zo graag elektronica in de auto wil hebben, maar duidelijk met het doel om brandstofbesparing te krijgen en een betere verbranding van de brandstof waardoor minder schadelijke stoffen in het milieu terechtkomen.
Het is natuurlijk duidelijk dat dit soort ontwikkelingen op het juiste moment komt, want wie is er niet geïnteresseerd in alles wat met energieschaarste en leefomstandigheden te maken heeft.
We kunnen nog wel even doorgaan met het opsommen van toepassingsmogelijkheden van de microcomputer. We vinden ze al in wasmachines, kooktoestellen en naaimachines. En al deze toepassingen geven betere en meer mogelijkheden met de machines of apparaten waarin ze zijn toegepast (afb. 5).
De voordelen van het gebruik van microcomputers in industriële toepassingen vinden we vooral in een kortere ontwikkelingstijd (met verlaging van de kosten), hogere flexibiliteit (door verandering van een programma kan men met hetzelfde apparaat andere dingen doen), maar ook een hogere betrouwbaarheid (mechanica wordt vervangen door elektronica). Het is natuurlijk niet zo, dat dit vanzelf gaat. In bedrijven waar men van microcomputers gebruik gaat maken moet men ook vakmensen in gaan zetten en daar zal men wel investeringen voor over moet hebben.

Het gaat niet altijd ten koste van werkgelegenheid
De introductie van de microcomputer heeft ook reeds voor de nodige discussies gezorgd. In alle lagen van de bevolking denkt men mee te kunnen praten over het wegvallen van arbeid door de invoering van deze microcomputers.
In zeer veel gevallen heeft de invoering voor meer werkgelegenheid gezorgd. Maar zelfs als we even aannemen dat er wel werkgelegenheid wegvalt, dan kunnen we constateren dat het verleden ons heeft geleerd dat technische vernieuwingen niet zijn tegen te houden. We zien wel een verschuiving van het soort werk, waar we beslist veel aandacht aan zullen moeten geven, en dààr kan en mag ook iedereen over mee praten.
We zien dan ook dat de toepassing van microcomputers geheel nieuwe mogelijkheden openlegt met nieuwe toepassingen en gebruiksmogelijkheden, waar we dan ook nieuwe werkgelegenheid zien ontstaan. Wie zich bij voorbeeld 20 jaar geleden een uitspraak had veroorloofd dat in het huishouden een elektronisch rekenapparaat zou worden gebruikt zou voor gek zijn verklaard. Toch zien we nu dat er miljoenen van dit soort apparaten op brede schaal in gebruik zijn en dat schoolkinderen van apparaatjes gebruik maken waar een ingenieur 25 jaar geleden bij wijze van spreken een moord voor zou hebben begaan om zo'n hulpmiddel tot zijn beschikking te hebben.
Uit deze paar voorbeelden zien we dat er nieuwe markten zijn ontstaan waar veel mensen een dagelijkse boterham in verdienen.

Afb. 5. Zelfs bij het koken krijgt de huisvrouw tegenwoordig de hulp van een microcomputer.



Microcomputers worden huisgenoten
Met behulp van de reclame kan men veel bereiken. We zien het dagelijks op de televisie en in de krant: als je het maar lang genoeg herhaalt breng je veel mensen in twijfel en beginnen ze te geloven dat het ook voor hen is bestemd.
Zo begint nu ook de mening post te vatten dat iedere geïnteresseerde in elektronica zijn eigen hobbycomputer moet hebben. Het doet een beetje denken aan het snobisme om in elk geval een huisdier te hebben, maar dan wel iets bijzonders zoals een olifant of een tijger. Wanneer je daar nu de hobbycomputer bij voegt en zegt dat dit in Amerika al heel gewoon is, dan lijkt het erop of je aan een soort volksmisleiding gaat doen. Wat men bedoelt is meestal een soort 'terminal', een intelligent toetsenbord en beeldscherm, dat men voor *f* 2000,– tot *f* 20.000,– kan kopen om in het semi-professionele toepassingsgebied met een grotere computer te kunnen praten om daarin zijn opdrachten te kunnen laten uitvoeren.
Het heeft echter nog niets te maken met het echte hobbywerk, waarmee men zijn vrije tijd kan vullen door het maken en ontwikkelen van computersystemen.
Om met de beeldspraak van het huisdier verder te gaan, kunnen we wel vaststellen, dat de microcomputer geen wereldvreemd exotisch huisdier zal zijn, maar meer een soort alledaagse goudhamster. We willen met ons beestje alle vreugden van een gewoon huisdier beleven en we moeten er ook geïnteresseerd in kunnen blijven.
We kunnen ook doorborduren op een iets andere beeldspraak en vaststellen, dat we niet meteen naar een Porsche streven maar beginnen met een zeepkistje, wellicht met een motor. We bereiken daar in elk geval mee dat onze verwachtingen niet te hoog zijn gesteld. En met een zeepkist op een speelplaats kunnen we heel aardig de verkeersregels oefenen en we hoeven niet meteen met een Formule-1 wagen op Zandvoort te racen. Dit heeft tevens het voordeel dat je niet een handleiding van vele bladzijden door moet worstelen voordat je mag gaan rijden. We gaan meteen zitten, laten dat ding rijden en gaan er wat mee doen. Mocht het tegenvallen dan hebben we in elk geval niet een te grote uitgave gedaan. *(Wordt vervolgd)*

Zelf ontwerpen: stap voor stap (2)

Opbouw en werking van de transistor

In het eerste deel van deze serie hebben we gezien dat een diode uit twee lagen bestaat die elk verschillend zijn gedoteerd. Een der beide lagen is elektrisch positief gemaakt, de andere elektrisch negatief. We spreken dan ook van een P-laag en een N-laag.
Een diode is een zogenaamd 'passief' element, d.w.z. dat we er niet mee kunnen versterken. We zullen nu eens een actief element onder de loep nemen: de transistor.

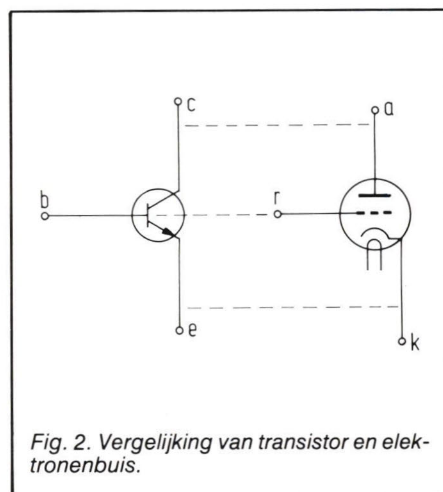


Fig. 2. Vergelijking van transistor en elektronenbuis.

Alle radiobuizen behalve de vacuümdiode (die ook in een glazen ballonnetje zit en men dus voor een buis zou kunnen aanzien) zijn actieve elementen, evenals de transistor.
De transistor is aanzienlijk minder oud dan de radiobuis, nml. van 1948. De transistor is in staat de radiobuis in de toekomst volledig te vervangen, maar zover is het thans nog niet. Net zoals de diode kan de transistor van twee halfgeleider materialen worden gemaakt: germanium en silicium. Aanvankelijk was de eerstgenoemde de belangrijkste, nu wordt echter de siliciumtransistor het meest toegepast.
Vooral de ontwikkeling van geïntegreerde schakelingen heeft de importantie van de siliciumtransistor aanzienlijk vergroot. Het is in principe mogelijk geïntegreerde schakelingen met germaniumtransistoren te maken, maar het gaat veel gemakkelijker met siliciumtransistoren en de elektrische eigenschappen van deze laatsten zijn in tal van opzichten beter dan die van germaniumtransistoren.
Zo hebben siliciumtransistoren bijvoorbeeld veel kleinere verliezen

Opbouw
Als we de opbouw van een transistor bekijken dan zien we dat deze uit drie lagen bestaat welke als het ware twee tegen elkaar ingeschakelde dioden vormen die de middelste laag gemeenschappelijk hebben (zie fig. 1). Er is echter een heel belangrijk verschil: bij een transistor is deze laag nml. zeer dun t.o.v. de beide andere lagen. Op die dunne tussenlaag berust de werking van de transistor als actief (dus versterkend) element.

We onderscheiden twee typen transistoren: het PNP-type en het NPN-type. De verschillen in opbouw van de beide typen blijken duidelijk uit fig. 1.
Ter onderscheiding hebben de drie lagen elk een naam gekregen. We zien dat de laag die we 'basis' noemen altijd de middelste is.

Als we een transistor met een elektronenbuis zouden vergelijken komt deze in bepaalde opzichten overeen met een triodebuis. De basis van de transistor kunnen we dan vergelijken met het stuurrooster van de triode. De emitter van de transistor zou in deze vergelijking overeenkomen met de kathode en de collector met de anode (fig. 2).

Werking
We gaan nu eerst de werking van een silicium NPN-transistor bekijken. We zien dat de overgang van de basis naar de emitter precies dezelfde principiële opbouw heeft als de eerder besproken diode, zij het dan dat de basislaag veel dunner is dan de emitterlaag.
Als we de collector niet aansluiten komt de werking dan ook overeen met die van een diode.
Sluiten we een gelijkspanning aan tussen de basis en de emitter waarbij de positieve kant van de voedingsbron aan de basis en de negatieve kant aan de emitter wordt aangesloten, dan hebben we een in voorwaartse richting geschakelde (dus stroomdoorlatende) diode.
Precies hetzelfde is uiteraard het geval als we de emitter niet aansluiten en de gelijkspanning tussen de basis(positieve kant) en de collector (negatieve kant) aansluiten.
Terug nu naar het voorbeeld van de als

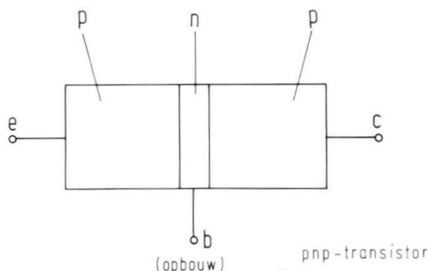


Fig. 1. Opbouw van een NPN- en een PNP transistor.

diode werkende basis-emitter overgang. Er loopt nu een stroom van de basis naar de emitter die we basisstroom zullen noemen.
Zo meten we die althans buiten de transistor, want er is een afspraak gemaakt die stamt uit de tijd dat men van elektronen nog geen kaas had gegeten: een elektrische stroom vloeit altijd van plus naar min. Intussen weten we wel beter. Een N-laag heeft nml. een teveel aan elektronen (negatieve deeltjes) en de P-laag heeft hieraan een tekort. Binnen in de transistor zal er dus een elektronenstroom gaan lopen van de emitter naar de basis! Nu gaan we ook een potentiaal zetten op de collector. De collector wordt hierbij positief gemaakt en dat doen we zoals in fig. 3 is aangegeven met behulp van een tweede spanningsbron.

Stroomversterking
We zien nu dat er nog een stroom gaat lopen en wel van de collector naar de emitter en weer terug naar de spanningsbron. Zo meten we die stroom. Echter: binnen in de transistor gebeurt weer hetzelfde dat ook bij de basis-emitter overgang het geval was: de elektronenstroom loopt net andersom. Er loopt dus een stroom naar de collector toe.

Dit kan alleen maar gebeuren omdat de basislaag zo dun is en omdat er op de collector een positieve spanning staat. De elektronen, op hun weg van de emitter naar de basis en dus vloeiende door het materiaal van de basis-emitterdiode die in voorwaartse richting is geschakeld, komen aan op de basislaag. De positieve collector trekt ze hier aan. Als nu de collectorspanning maar hoog genoeg is, 'springen' de elektronen als het ware over dit dunne laagje heen en begeven zich naar de collector.
De elektronenstroom door de basis-emitter diode stuurt nu dus een stroom naar de collector. Als de transistor ideaal zou zijn, zou er nu geen stoom meer naar de basis vloeien, maar daarentegen naar de collector. Dit gebeurt slechts als de spanning tussen de collector en de emitter zo groot is, dat ze alle elektronen kan aan trekken.
Deze spanning moet dan minstens 0,3 volt zijn. De collectorstroom zou dan in zijn geheel naar de emitter vloeien, dus de collector- en de emitterstroom zouden aan elkaar gelijk zijn.

Helaas: weinig dingen zijn ideaal en dus ook de tranistor niet! Er loopt nml. toch een stroompje door de basis-emitterdiode. Met andere woorden: we kunnen een basisstroompje meten dat tegengesteld loopt aan de elektronenstroom die het veroorzaakt.
Dit zouden we eigenlijk als een verliesstroompje moeten beschouwen.
We kunnen de zaak ook anders benaderen en er dus van uitgaan dat een zeer kleine stroom in het basiscircuit een grotere stroom in het collectorcircuit veroorzaakt. Als we de transistor vanuit dit standpunt gaan gebruiken kunnen we dus zeggen dat de transistor een actief (stroomversterkend) element is.

Versterkingsfactor
Voor vele typen transistoren is de verhouding tussen de basisstroom en de collectorstroom ca. 100 . . . 400. Deze verhouding wordt door de fabrikant opgegeven en geeft de gelijkstroomversterking aan: $I_{collector}/\ I_{basis}$.
In de gegevens van de fabrikant van de transistor wordt deze verhouding veelal aangegeven met de griekse letter ß, maar ook wel met A_e of h_{FE}.
Samengevat komt de praktische werking van de transistor er op neer, dat een (zeer) kleine basisstroom in staat is een veel grotere stroom door de collector te sturen, waardoor de transistor dus een stroomversterkend element mag worden genoemd. Dit is een kenmerkend verschil met de elektronenbuis, want deze laatste is typisch een spanningsversterkend element.
Tot nu toe hebben we de werking van de silicium NPN-transistor beschouwd. Er bestaan echter ook PNP-transistoren. Hierbij zijn dus zowel de emitter als de collector uit positief gemaakt silicium vervaardigd, terwijl de basis uit negatief materiaal bestaat.
Bij de verklaring van dit type transistor kunnen we het zelfde verhaal gebruiken doch hier moeten we niet de elektronenstroom maar de gatenstroom beschouwen (bewegende elektronen laten op de plaatsen waar zij vandaan komen open plaatsen achter, die we gaten noemen). Daarbij moet dan de polariteit van de spanningsbron worden omgedraaid.
Basis en collector worden nu dus negatief t.o.v. de emitter geschakeld.

Wisselstroomversterking
Als we met een transistor slechts gelijkstroom konden versterken hadden we er niet zo veel aan. We zouden hem dan hoogstens in digitale schakelingen kunnen gebruiken.

Evenals we dat bij de bespreking van de werking van de diode hebben gedaan, kunnen we echter ook hier een kleine wisselspanning bij de basis-gelijkspanning optellen. Behalve de versterkte gelijkstroom zal er dan in de collectorkring ook een wisselstroom gaan lopen.
In het eerste deel van deze serie hebben we afgesproken dat we alle symbolen van gelijkspanningen- en stromen met hoofdletters aan zullen geven en alle symbolen voor wisselspanningen- en stromen met een kleine letter. Deze methode gebruiken we ook bij de transistor.
De wisselstroomversterkingsfactor van de transistor wordt in de door de fabrikant verstrekte gegevens aangegeven met α' maar ook met h_{fe} (let op de kleine letter 'fe', dit in tegenstelling tot de gelijkstroomversterking, waar de index met hoofdletters geschreven wordt: 'FE').
α' Is dus de verhouding tussen de collectorwisselstroom en de basiswisselstroom: i_c/i_b.
Deze basiswisselstroom is het gevolg van de tussen de basis en de emitter aangelegde wisselspanning u_{be}.

Steilheid van een transistor
Als we bij een actief element de versterking willen berekenen krijgen we altijd te maken met de grootheden spanning en stroom.

Bij de elektronenbuizen voerde men daarom het begrip steilheid (aangegeven

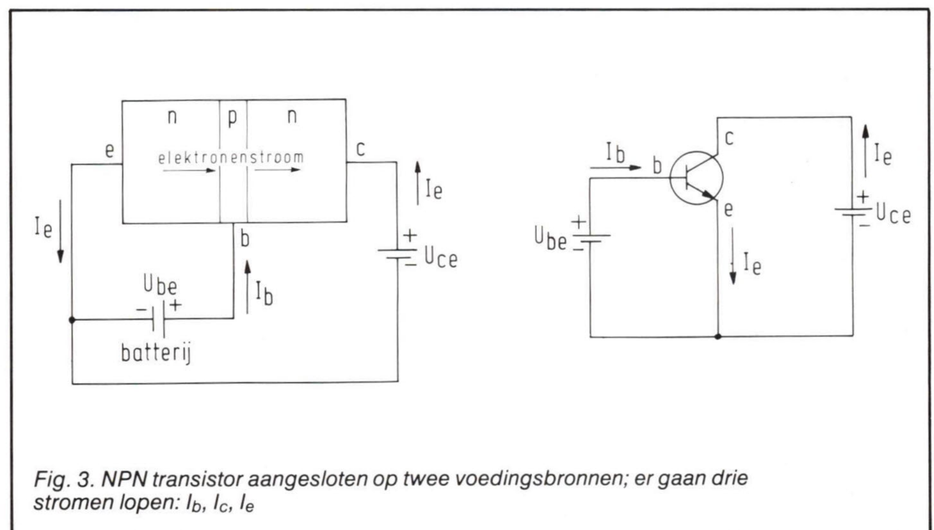


Fig. 3. NPN transistor aangesloten op twee voedingsbronnen; er gaan drie stromen lopen: I_b, I_c, I_e

met S) in. Dit is de verhouding tussen de stuurroosterspanningsverandering en de daaruit voortkomende anodestroomverandering, aangegeven in milliampères anodestroomverandering per één volt roosterspanningsverandering (mA/V). Indien zich in de anodekring een bekende weerstand bevond kon men dus de spanningsversterking berekenen uit S x R_a, waarin R_a de weerstand in de anodekring voorstelt en S de steilheid (fig. 4a).

Bij een transistor kunnen we met ditzelfde begrip steilheid werken, maar nu inplaats van de anodestroom bij de elektronenbuis de collectorstroom en in plaats van de stuurroosterspanning de basisspanning. Daarbij geeft S aan dat er een versterking plaatsvindt, die echter in bepaalde gevallen kleiner dan één kan zijn. Bij de transistor kunnen we dus het begrip steilheid uitdrukken in de eenheid mA/V, afkomstig van de verhouding i_c/u_{be}.
Bij de behandeling van de diode is het begrip wisselstroomweerstand of differentiaalweerstand ter sprake gekomen. Deze was gelijk aan u/i, en noemden we r_d. We zien het verband: u_{be}/i_c is dus eveneens een differentiaalweerstand. Dit is echter de emitterimpedantie van de transistor en geven we aan met r_e.
Bij de diode was $r_d \approx 1/40 \times I$.
Bij de transistor geldt:

$r_e = 1/40 \times I_c$

en dat is eveneens de reciproke (of omgekeerde) waarde van de steilheid S. Hieruit volgt dus dat $S = 40 \times I_c$.

Als we bij een transistor (net als in het voorbeeld van de elektronenbuis) in de collectorketen een weerstand R_c hebben opgenomen, is ook hier de spanningsversterking gelijk aan S x R_c. We hebben gezien dat we voor S mogen schrijven 40 x I_c (fig. 4b).
Voor de spanningsversterking (die meestal wordt aangegeven met de letter A) mogen we dus schrijven:

$A = 40 \times I_c \times R_c$

Hierin is I_c de collectorgelijkstroom en R_c de collectorweerstand; $I_c \times R_c$ is dus de gelijkspanning die over de collectorweerstand valt.

Hieruit volgt dus dat bij een transistor de wisselspanningsversterking gelijk is aan 40 x de gelijkspanning die over de collectorweerstand staat. Simpeler kan het haast niet!
Behalve de formuletjes voor de steilheid S moeten we dus ook goed onthouden:

$A = 40 \times I_c \times R_c = 40 \times U_{R_c}$

Principe van halfgeleiding

Het mag bekend worden verondersteld dat een atoom bestaat uit een kern met een aantal zich rondom die kern bewegende elektronen. Die elektronen zijn niet allemaal even vast aan de kern gebonden. Een germaniumatoom bijvoorbeeld heeft vier elektronen, die nogal los met de kern zijn verbonden.
De overige elektronen echter zijn aan de kern verankerd.
Het is mogelijk om aan die vier losse elektronen één toe te voegen en er eveneens één vanaf te nemen.
Daartoe zal men een ander element aan het zuivere germanium moeten toevoegen, dit andere element moet dan drie of vijf van die losgebonden elektronen bezitten. Op deze manier verontreinigen we het zuivere germanium.

Wanneer we nu een spanning aanleggen aan het verontreinigde germanium bewegen de elektronen zich van het ene atoom naar het andere: er gaat door het germanium dus een stroompje lopen.
Als we bijvoorbeeld arseen toevoegen (arseen heeft vijf vrije elektronen in de buitenste schil) dan verkrijgen we N-germanium, als we een stof met drie vrije elektronen toevoegen ontstaat het P-germanium.
Op dit verschijnsel berust de werking van een vaste-stof diode, want twee van die stukjes tegen elkaar vormen een element waardoor slechts in één richting een stroom kan vloeien.
Met silicium gebeurt een en ander op dezelfde manier. Voegt men aan het zuivere silicium arseen toe (men noemt dit 'dopen' of 'doteren') dan krijgt men N-silicium. Voegt men echter boor toe dan verkrijgt men P-silicium.

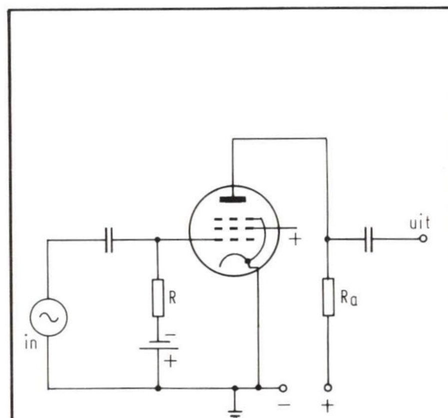


Fig. 4a. Pentode buis.

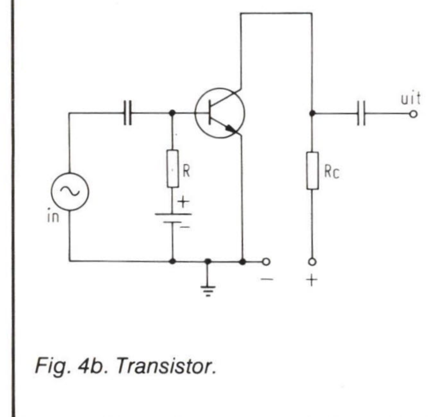


Fig. 4b. Transistor.

Fabricageproces

De stap van een diode naar een transistor is niet zo groot. Stel dat men is uitgegaan van met arseen gedoopt silicium, silicium van het N-type dus.
Op een bepaald gedeelte van het oppervlak van dit N-silicium laat men nu met behulp van diffusie booratomen binnendringen.
In dit gedeelte ontstaat dus P-silicium van ca. 3 μm(10^{-6} m) diep. Van dit oppervlak bakent men een klein gedeelte af. In dit gedeelte gaat men opnieuw een diffusie doen, ditmaal met fosfor, wat een N^+-dope geeft. Met het +teken geeft men aan dat deze dope zwaarder is dan de N-dope.

De diepte hiervan is bijvoorbeeld 2 μm. Tijdens deze diffusies vormt zich een SiO_2 laagje boven het diffusie-oppervlak. Dit siliciumoxydelaagje noemt men in het jargon van de halfgeleidertechniek het 'glas'. Boven de boordiffusie heeft zich dus boorglas gevormd, boven de fosfordiffusie fosforglas.
Om de boordiffusie op een bepaalde plaats en met een bepaalde oppervlakte te laten plaatsvinden, heeft men eerst op het oorspronkelijke oppervlak SiO_2 laten groeien. Boven het oppervlak waar men de P-diffusie wil laten plaatsvinden etst men dat glas weg.
De boordiffusie (of P-diffusie) kan nu plaatsvinden door het zo ontstane gat. Daarbij ontstaat boorglas boven het diffusieoppervlak. In dat booroppervlak etst men een klein gedeelte van het boorglas weg, in het nu ontstane gat diffundeert men fosfor. De diffusieplaats wordt dus door dit glas afgesloten.

Tegelijkertijd met deze fosfordiffusie heeft men ook een klein oppervlak boven het oorspronkelijke N-silicium vrijgeëtst van SiO_2. In het daarna ontstane gat heeft men in de boorlaag een fosfordiffusie laten plaatsvinden. Dit gebeurde tegelijkertijd met de andere fosfordiffusie en is dus even diep. Alles is nu weer met glas bedekt.

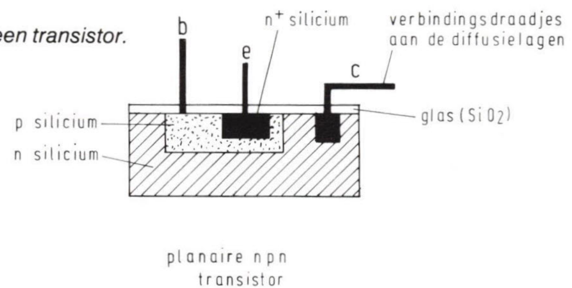
Verbinding met de buitenwereld

Op de plaatsen waar men de verbindingsdraadjes wil bevestigen etst men nu het glas weg. Dit is dus op de oorspronkelijke N-laag, de boorlaag en de daarin verkregen fosforlaag.
Vervolgens bedekt men het gehele oppervlak met een aluminiumlaagje. De

transistor is nu dus met alle aansluitpunten kortgesloten. Met behulp van een bedradingspatroon wordt nu al het teveel aan aluminium weggeëtst (op de zelfde manier als bij het maken van een print). De verbindingsdraadjes naar de aansluitpunten van de transistor blijven nu over. Op de bovenbeschreven manier worden transistoren in geïntegreerde schakelingen gemaakt. In dit geval dus een NPN-transistor. Het oorspronkelijke N-gedoteerde silicium is de collector, het met behulp van boor tot P gedoteerde silicium is de basis en het daarin gediffundeerde N-laagje is de emitter.

Losse transistoren verkrijgt men door er een heleboel in rijen onder en naast elkaar te maken op dezelfde plak, om die later van elkaar los te breken. De aansluitdraad van de collector hoeft men niet speciaal aan de bovenkant te bevestigen omdat men in vele gevallen de transistor in een metalen huisje zal onderbrengen, waarbij de behuizing dan tevens de aansluiting met de collector zal zijn.
De verbinding van de collector wordt daartoe aan de onderkant van de N-drager (het oorspronkelijke stukje silicium) gemaakt.
Wordt een kunststof omhulling toegepast dan wordt de aansluitdraad voor de collector meestal ook aan de onderkant bevestigd.
De beschreven transistor met drie lagen boven elkaar noemt men een *planaire* transistor (fig. 5).

.Fig. 5. Het inwendige van een transistor.



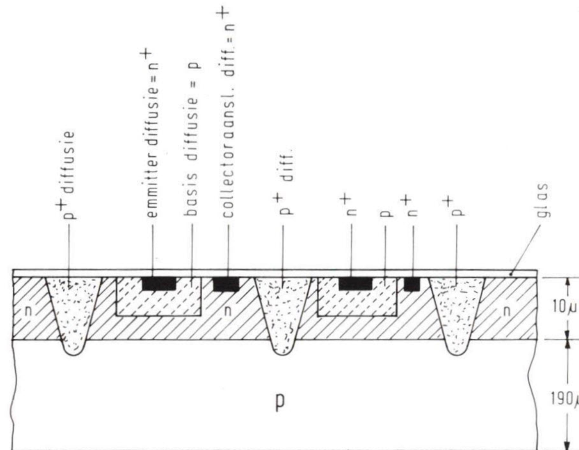


Fig. 6. Twee naast elkaar liggende transistoren in een IC.

Isolatie

Als men op de beschreven wijze transistoren in een geïntegreerde schakeling maakt moet men ze van elkaar isoleren. dit gebeurt met in sperrichting geschakelde dioden. Ook nu maakt men vele schakelingen op een plak.
Het uitgangsmateriaal is nu echter een grote diode in de vorm van een plak. Deze plak bestaat uit een ca. 190 μm dikke P-laag waar men een 10 μm dikke N-laag op heeft laten groeien. Dit is op een zodanige manier gebeurd dat het kristalrooster van het P-silicium is door gegroeid in het N-silicium.

De oorspronkelijke P-laag was een monokristal en het nu ontstane geheel is ook weer een monokristal. In dit geval spreekt men van een *epitaxiale* N-laag.
Men begint d.m.v. een isolatiepatroon op bepaalde plaatsen zogenaamde isolatiediffusies aan te brengen. Deze isolatiediffusies begrenzen een oppervlak en in dit oppervlak brengt men op de hierboven reeds beschreven manier de elementen van de geïntegreerde schakeling aan.
Een voorbeeld:
Stel we hebben twee naast elkaar liggende transistoren in een deel van het totale oppervlak van een geïntegreerde schakeling. Dit is in fig. 6 weergegeven.

Hierin zijn twee oppervlakjes getekend, waarbij ieder oppervlak een transistor moet worden.
Beide transistoren zijn van elkaar gescheiden d.m.v. een zogenaamde 'diepe P-diffusie'. We zien hier duidelijk dat de V-vormige diepe P-diffusie dóór de 10 μm diepe N-laag (de epitaxiale laag) tot in de daaronderliggende P-laag van de plak doorloopt. Deze diffusie heeft een zware P-dope, een P^+-dope. De isolatiediffusie is dus ca. 11 à 12 μm diep.

Eilandjes

Er is nu dus een elektrisch contact met de onderliggende P-laag. Deze P-laag leggen we aan het punt met de laagste spanning van de schakeling.
Dit zal dus in het algemeen de minpool van de voedingspanning zijn (de massa). Let wel: een P-laag (plus) aan de minpool dus!
De collectoren van de beide transistoren worden nu gevormd door de oppervlakken tussen de beide diepe P-diffusies in. Bij NPN-transistoren komen die collectoren aan de positieve spanning van de schakeling te liggen.
Ook hier, net zoals bij de P-laag, aan de 'verkeerde' kant van de voedingspanning. De diepe P-laag vormt met de N-laag een diode in sperrichting.
Zoals bekend is de weerstand van een diode in sperrichting zo groot, dat deze als oneindig mag worden verondersteld. De beide transistoren zijn op deze manier keurig van elkaar geïsoleerd.
Een door diepe P-diffusies omgeven oppervlak noemt men een eiland. Kijkt men op het oppervlak van de schakeling dan ziet men deze diepe P-diffusies ook als 'kanalen' over de plak lopen.

Hoe komt het nu dat een eenmaal werkende transistor ook werkelijk blijft werken?
Dit zit hem in het feit dat een diffusie niet alleen loodrecht plaatsvindt maar ook lateraal (in horizontale richting), onder het oppervlak waardoor de diffusie plaatsvindt en daar ook inwendig voorbij! Bij elke diffusie vormt zich boven het gat glas. De PN-overgangen komen dus onder dit glas te liggen, beschermd tegen de omringende zuurstof. Als dit niet het geval was, dan zou de PN-overgang binnen de kortste keren verloren gaan! In het volgende deel komt de transistor als versterker ter sprake, mét de nodige schakelschema's en rekenvoorbeelden!

J.J. Schurink

Versterkersysteem met hybride schakelingen (1)

Het betreft hier een unieke stereoversterker, die maximaal maar liefst 2 x 75 W effectief vermogen kan leveren met een totale vervorming van minder dan 0,8%. Voor de eindversterkers wordt gebruik gemaakt van modulen, die Philips kant-en-klaar levert. Voor optimaal gebruik van deze modulen zijn kleine extra schakelingen noodzakelijk. De versterkerinstallatie wordt voorzien van volume-, balans- en toonregeling. Het bijzondere aan deze regelingen is dat ze werken volgens elektronische technieken. Dit houdt o.a. in dat alle potmeters mono zijn en alleen maar gelijkspanningssignalen voeren!
Voor de versterker is een speciale voeding nodig, die in dit eerste deel van de artikelenserie wordt besproken.
In het volgende nummer wordt de eindversterker besproken en in het daarop volgende nummer zullen de toon-, balans- en volumeregeling uit de doeken worden gedaan.

Er zijn in de loop der tijd al heel wat versterkerinstallaties voor zelfbouw geweest. Het merendeel daarvan was voor de beginnende doe-het-zelver te moeilijk om goed te kunnen nabouwen. Daarnaast waren de kwaliteits-apparaten zo gecompliceerd, dat deze überhaupt voor de meeste vrijetijds-elektronici niet tot een goed eind waren te brengen. In ons laboratorium hebben we getracht een oplossing te zoeken voor dit probleem, waardoor het toch mogelijk is voor iedereen die een soldeerbout kan hanteren een stereoversterker te bouwen. De grootste moeilijkheid zit bij dergelijke apparaten in de eindversterkers en de bedrading. Vooral de eindversterkers zijn bij zelfbouw vaak moeilijk reproduceerbaar. Goede eindtrappen vereisen meestal nauwkeurige afregelingen en daar is dan weer vakmanschap en meetapparatuur voor nodig. Dit probleem hebben wij omzeild en hebben onze toevlucht gezocht tot de modulen OM931 en 961 van Philips. Beide modulen worden gevoed uit een symmetrische gelijkspanningsvoeding. Hierop komen we nog terug. Belangrijk bij een dergelijke voeding is dat de beruchte uitgangselco in de luidsprekerkring ontbreekt.
De modulen OM931 en OM961 zijn uitwendig hetzelfde en worden op een speciaal printje aangesloten. OM931 levert 30 W effectief bij 0,2% vervorming en OM961 geeft hetzelfde resultaat bij 60 W effectief. Zelfs een groter uitgangsvermogen is mogelijk. Daarbij neemt de vervorming echter toe. Zo levert OM931 40 W bij 0,7% vervorming en OM961 levert, met hetzelfde vervormingspercentage, 75 W. Daarbij moet worden opgemerkt dat zelfs 0,7% vervorming voor 90% van de luisteraars onhoorbaar is. Over vervormingen wordt nogal veel gezegd en geschreven. Vooral de laatste jaren krijgt men de indruk dat iedereen de geringste geluidsvervormingen waarneemt en als hinderlijk ervaart. Niets is minder waar. Zolang u nog steeds bij verschillende weergevers duidelijk verschillende klankindrukken krijgt kunt u rustig aannemen dat de boxen meer vervorming geven dan de huidige versterkers.

Elektronische regelingen

Naast de genoemde modulen voor de eindversterkers, die de bouw voor iedereen vergemakkelijken, vormt voor veel bouwers de bedrading een probleem. Deze is er meestal oorzaak van dat de versterker bromt, of bepaalde vormen van instabiliteit vertoont. Vooral wordt het als lastig ervaren dat de regelaars, op het front van de kast, ver weg zitten van de betreffende printaansluitingen. Worden deze zo kort mogelijk gehouden, dan is men meestal niet meer vrij in de opstellingsmogelijkheden op het front van de versterker. Wij hebben dit probleem geëlimineerd door elektronische regelingen te gebruiken. Daarbij worden speciale IC's toegepast die zorgen voor volume-, balans- en toonregeling. De geluidssignalen (in elektrische vorm) lopen nu niet meer via de potmeters, maar blijven op de printen. Naar de potmeters lopen nu alleen gelijkspanningen, die niets te maken hebben met het eigenlijke versterkersignaal. Het leggen van de bedrading van en naar de potmeters speelt daardoor geen rol meer en ook de draadlengte is niet meer van belang. Deze bedrading is trouwens uitermate simpel omdat alle potmeters mono zijn uitgevoerd. Zo kan met een enkelvoudige potmeter het volume van beide worden geregeld. Met een simpele aan/uit schakelaar kan tevens een fysiologische volumeregeling worden in- en uitgeschakeld.
In principe wordt de versterker in 3 delen besproken. Afhankelijk van de belangstelling zullen nog enige aanvullende schakelingen worden behandeld. Het gaat daarbij om een spraakregelaar (presence-eenheid), een elektronische ingangskeuzeschakelaar en voorversterkercircuits voor magneto-dynamisch- en kristalelement.
In dit eerste deel van de serie beperken we ons tot de voeding, die zowel de eindtrappen als voorversterkerschakelingen van spanning voorziet.

Blokschema

Figuur 1 geeft een blokschema van de complete stereo-versterker. Blok E stelt de voeding voor. Deze is uiteraard verbonden met het 220 V lichtnet. De voeding levert een gestabiliseerde spanning van +35 V en −35 V voor de eindversterkers

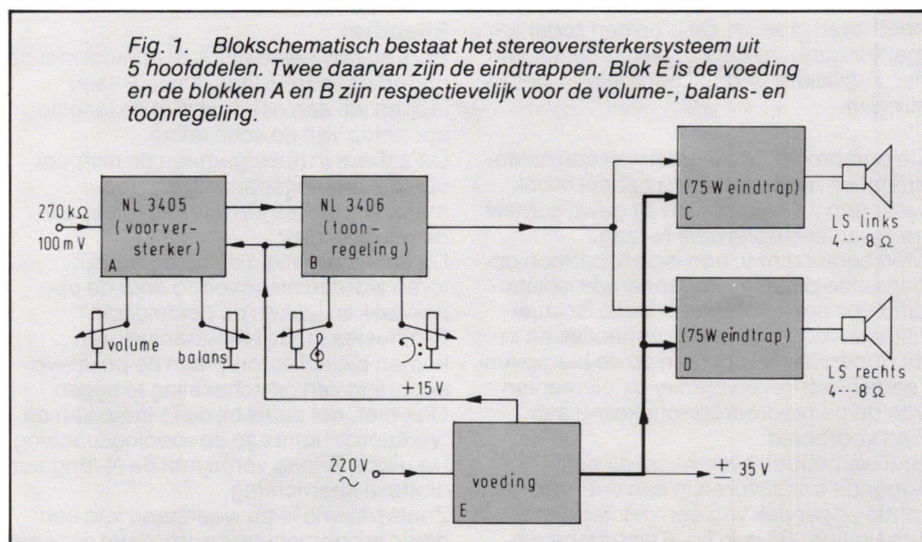


Fig. 1. Blokschematisch bestaat het stereoversterkersysteem uit 5 hoofddelen. Twee daarvan zijn de eindtrappen. Blok E is de voeding en de blokken A en B zijn respectievelijk voor de volume-, balans- en toonregeling.

C en D. Daarnaast is een voedingsspanning van 15 V (gestabiliseerd) voorhanden, die nodig is voor de volume- en balansregeling (blok A) en de toonregeling (blok B).
Het schema volgens fig. 1 geeft al duidelijk aan dat de bouw van de versterker simpel is. Als de vijf printjes zijn gebouwd kan met een eenvoudige bedrading de versterker worden afgemaakt, terwijl het resultaat verbluffend is.

Bouwpakketten
De blokken A en B uit fig. 1 zijn bouwpakketten van Philips. Omdat Philips reeds zeer goede elektronische volume-, balans- en toonregelingen heeft ontwikkeld, is het zinloos dit nog eens opnieuw te doen. De blokken A en B worden in deel 3 van de serie uitvoerig behandeld.
Het combineren van de elektronische regelingen met de moduul-eindversterkers levert een kleine moeilijkheid op. De versterkercircuits van de blokken A en B kunnen niet zover worden uitgestuurd, dat de versterker vol vermogen kan leveren.
Voor het oplossen van dit probleem is gebruik gemaakt van een kleine extra versterkertrap op de print van de eindversterker.

Symmetrische- en asymmetrische voeding
Zoals reeds vermeld levert de voeding uit fig. 1 (blok E) +35 V en −35 V. Zo'n voeding noemen we symmetrisch. Om het verschil te kunnen aantonen met zijn tegenhanger de asymmetrische voeding, hebben we in fig. 2 een klein versterkertje getekend. De voeding daarvan ligt, via weerstand R3, enerzijds aan de nul. Anderzijds is een voedingspanning U_b aanwezig, die aan weerstand R1 en R2 is gelegd. Spanning staat altijd tussen (minstens) 2 punten. Eén daarvan is de referentie. In dit geval wordt $+U_b$ vergeleken met de nul. Zo'n voeding noemen we asymmetrisch.
Figuur 3 geeft het contrast. Hier is een operationele versterker IC1 gegeven. Enerzijds wordt dit IC gevoed met $+U_b$ en we vragen ons nu af: $+U_b$ ten opzichte van wat? Wel, dat is natuurlijk t.o.v. de nul, die in dit geval aan weerstand R1 en R3 ligt. IC1 heeft echter ook nog een voedingsspanning $-U_b$. Ook deze wordt natuurlijk gerelateerd aan de genoemde nul. Er zijn dus 2 voedingsspanningen ($\pm U_b$) die beide worden vergeleken met de nul.
Een voeding volgens fig. 3 noemen we symmetrisch. Een dergelijke voeding heeft een aantal voordelen t.o.v. een asymmetrische voeding. In de eerste plaats kan ervoor worden gezorgd dat het uitgangssignaal van IC1 in rust precies nul is. In dat geval loopt er geen gelijkstroom en zijn uitgangselco's niet nodig. Ook de ingangen kunnen meestal direct worden gekoppeld, als de voorafgaande trap ook geen gelijkspanning in rust voert. In feite is het moduul OM931 of OM961 net zo voor te stellen als IC1. Daarbij is het nu geen geïntegreerde schakeling (IC), maar een schakeling die hoofdzakelijk is opgebouwd met zeer kleine componenten. Het geheel is daarbij wel wat groter dan een IC-behuizing. De modulen worden ook wel hybride schakelingen genoemd.

Ongestabiliseerde voeding
Voor het krijgen van een symmetrische gelijkspanningsvoeding zijn twee secundaire trafowikkelingen nodig. Fig. 4 geeft het schakelschema van de ongestabiliseerde voeding. Tr1 is de voedingstransformator, die hier secundair 2 x 30 V levert. W2 is de eerste secundaire wikkeling, die naar bruggelijkrichter G1 gaat. Deze richt de spanning gelijk, waarna elco C1 het afvlakt. Over C1 zal ongeveer 1,4 x 30 = 42 V staan. Onbelast kan dit zelfs 44 V zijn.
In fig. 4 gaat de tweede secundaire trafowikkeling (W3) naar bruggelijkrichter G2. Ook deze richt de wisselspanning gelijk, waarna C3 voor het afvlakken zorgt. Het zal u opvallen dat beide gelijkrichtcircuits identiek zijn. Zowel over C1 als C3 valt 42 V gelijkspanning. Als we nu echter de minzijde van C1 verbinden met de pluszijde van C3 ontstaat er een andere voeding. Stel daarbij dat we de gemaakte verbinding tussen beide elco's als nul zien. We krijgen dan de situatie zoals fig. 5 laat zien. De onderzijde van C3 is nu −42 V en de bovenzijde van C1 is + 42 V. We hebben nu een symmetrische voeding van ±42 V. De referentie, of liever: de nul, is daarbij de verbinding tussen C1 en C3.
We moeten daarbij niet uit het oog verliezen dat de spanning niet geheel ongevaarlijk is. Tussen de pluszijde van C1 en de minzijde van C3 staat maar liefst 84 V. Het aanraken van deze beide punten tegelijkertijd moet dan ook worden vermeden, omdat het in sommige gevallen dodelijk kan zijn.
Voor het voeden van de versterker is de spanning over de elco's C1 en C3 nog niet geschikt. De waarde hiervan gaat min of meer op en neer met het vermogen dat de versterker levert. Dit is nadelig voor de kwaliteit van het systeem. Daarom is het noodzakelijk dat de voeding spanninggestabiliseerd wordt.

Spanningstabilisatie
Fig. 6 geeft de stabilisatieschakeling voor de positieve spanning van 42 V die over elco C1 staat. D1 is een zenerdiode met een spanning van 36 V. Weerstand R1 voedt D1. Ook al varieert de 42 V ingangsspanning: de spanning over D1 blijft constant. Daarbij moet natuurlijk de ingangsspanning niet lager worden dan 36 V. In de praktijk is het zo dat D1 goed werkt als de ingangsspanning niet onder ca. 37,5 V komt.
Voor goede werking van de stabilisatiespanning mag de ingangsspanning niet onder 38 V komen. Natuurlijk kan de stabiele spanning over D1 niet direct aan de eindversterkers worden toegevoerd. Het vermogen zou minimaal zijn. Daarom wordt de spanning over D1 gebufferd door de transistoren T1 en T2. T1 is een gewone emittervolger, met in de collector

Fig. 2 Asymmetrische voedingen komen het meest voor en hebben in versterkertechnieken o.a. tot gevolg dat er veel koppelelco's nodig zijn.

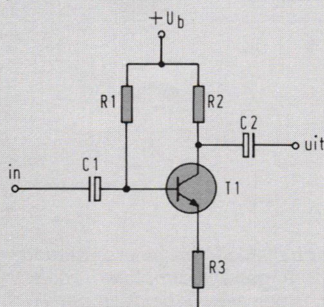


Fig. 3 Bij operationele versterkers worden het meest symmetrische voedingen gebruikt. Over het algemeen ontbreken daarom koppelelco's.

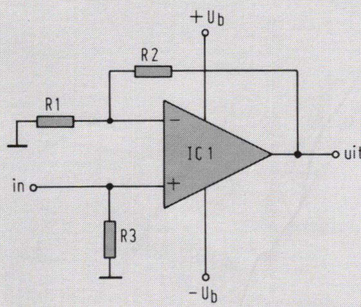
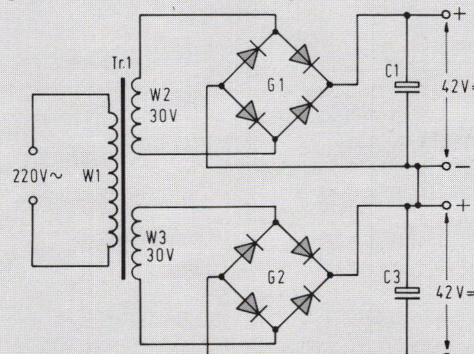


Fig. 4 Het ongestabiliseerde gedeelte van de voeding bestaat uit twee identieke delen, die elk een eigen secundaire trafowikkeling hebben.



een weerstand R2. Als T1 gaat geleiden zal op een bepaald punt de spanning over R2 een zodanige waarde krijgen dat T2 in geleiding komt en stroom gaat leveren via de collector. Wordt deze stroom te groot, dan zal de spanning $+U_b$ willen stijgen en wordt T1 automatisch dichtgedrukt, zodat ook over R2 minder spanning komt te staan. Het systeem werkt eigenlijk als tegenkoppeling. Kenmerk van de speciale manier van schakelen met T1 en T2 is dat de uitgangsspanning $+U_b$ bijzonder stabiel is. Het spanningsverlies is ongeveer 700 mV, vanwege de basis-emitterovergang van T1. In feite is $+U_b$ geen 35 V, maar 35,3 V. Vooropgesteld dat D1 exact 36 V is. In de praktijk zal dat nooit zo zijn, maar dat is niet belangrijk omdat toleranties zijn ingecalculeerd.
Voor het verkrijgen van een negatief gestabiliseerde spanning is net zo'n schakeling nodig als fig. 6 laat zien. Alleen zijn de transistoren complementair en zit de zenerdiode omgekeerd.
Figuur 7 geeft het schakelschema van de spanningsstabilisator voor het verkrijgen van −35 V. We moeten daarbij bedenken dat de nul hier in feite de plus van elco C3 is. Over D2 valt weer 36 V. Deze zenerdiode zit natuurlijk omgekeerd omdat de voedingsspanning precies andersom is gericht. T3 is nu een PNP transistor en T4 een NPN type. De gestabiliseerde spanning $-U_b$ is ook erg stabiel en laagohmig.

Extra voedingsspanning
Voor het voeden van de voorversterkerschakelingen is 15 V gestabiliseerd nodig. Deze spanning kunnen we afleiden van de +35 V, zodat geen extra trafowikkeling en gelijkrichtcircuit nodig is. Fig. 8 geeft de spanningsstabilisator voor 15 V. D3 is hier de referentiediode die een waarde heeft van 15 V. R5 voorziet D3 van spanning. De spanning over D3 kan niet direct aan de betreffende schakeling worden toegevoerd, omdat de totaal benodigde stroom niet via R5 beschikbaar is. Daarom is achter D3 een emittervervolger T5 geplaatst.

Hieruit mag ruim 100 mA worden getrokken. Hoewel we in de schema's de spanning Uv steeds aanduiden met 15 V is deze theoretisch lager. Dit komt door het spanningsverlies van de basis-emitterovergang van T5. Hier ontstaat een verlies van ca. 700 mV, zodat eigenlijk de uitgangsspanning 14,3 V is.

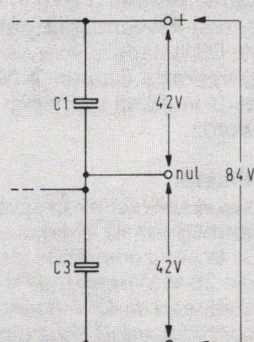


Fig. 5 De uitgangen van beide ongestabiliseerde gelijkspanningen worden op een speciale manier aan één kant met elkaar verbonden, waardoor twee voedingspanningen ontstaan met gemeenschappelijke nul.

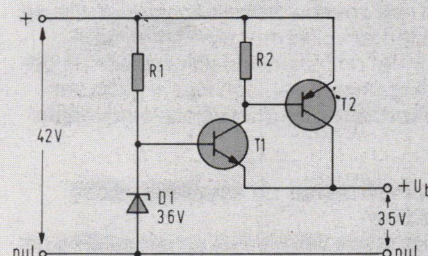


Fig. 6 Voor het stabiliseren van de positieve spanning wordt gebruik gemaakt van een zenerdiode en een zogenaamde super-emittervolger.

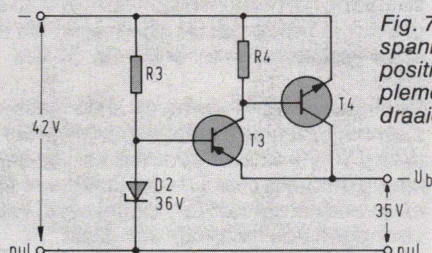


Fig. 7 De stabilisatieschakeling voor de negatieve spanning is, wat betreft de opzet, gelijk aan die van de positieve spanning. De transistoren zijn echter complementair en de zenerdiode zit (uiteraard) omgedraaid.

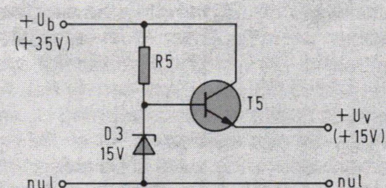


Fig. 8 De voorversterkerschakelingen worden gevoed met een gestabiliseerde spanning van 15 V. Deze spanning wordt met de hier gegeven schakeling afgeleid van de +35 V.

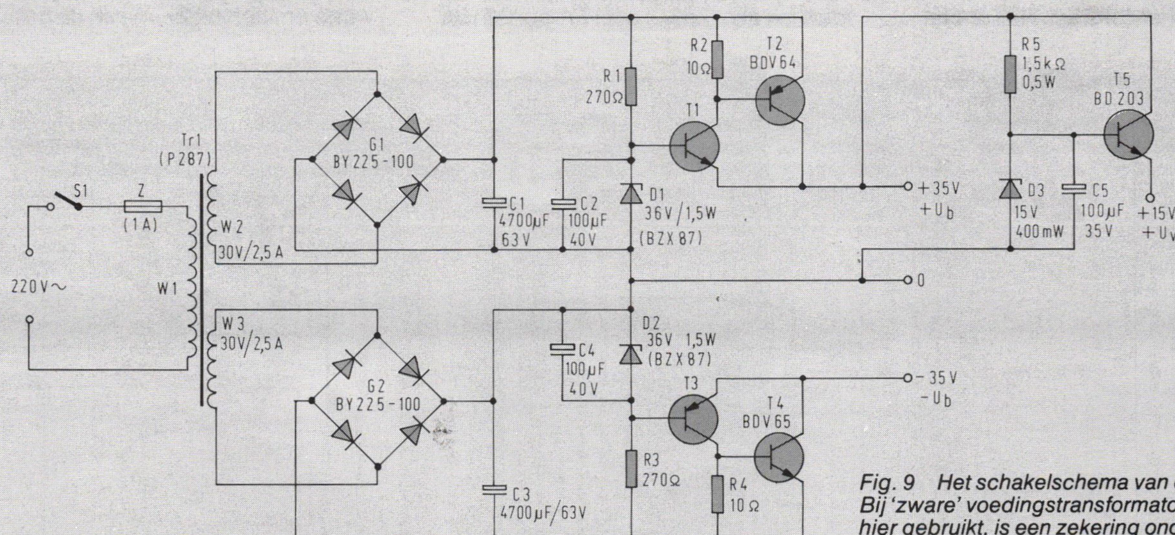


Fig. 9 Het schakelschema van de voeding. Bij 'zware' voedingstransformatoren, zoals hier gebruikt, is een zekering onontbeerlijk.

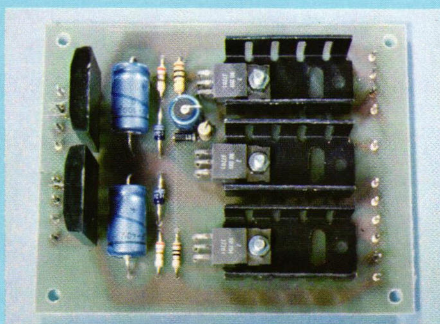
Totale voedingschakeling

Figuur 9 geeft het schakelschema van de complete voeding. S1 is de 220 V netschakelaar en Z een zekering. Tr1 is een transformator van Amroh. T.o.v. de besproken afzonderlijke voedingsdelen zijn alleen de elco's over de zenerdioden niet aan de orde geweest. Deze elco's werken als filter, in samenwerking met de voorschakelweerstanden van de zenerdioden. Hierdoor ontstaat een betere onderdrukking van de 100 Hz rimpelspanning, die over de voedingselco's staat. In de schema's van de versterker duiden we de drie voedingsspanningen steeds aan met '$+U_b$' (+35 V), '$-U_b$' (−35 V) en '+Uv' (+15 V).

Print

Fig. 10 geeft de lay-out voor de print waarop de schakeling kan worden bevestigd. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 9 geeft fig. 11. De voedingstransformator, zekering Z, schakelaar S1 en de elco's C1 en C3 komen niet op de print. Hetzelfde geldt voor de eindtransistoren T2 en T4. Deze moeten, vanwege het vereiste koeloppervlak, extern op koellichamen of aan de metalen behuizing worden vastgemaakt. Belangrijk is dat T2 en T4 geïsoleerd worden opgesteld, om kortsluitingen te vermijden. Hierbij moet gebruik worden gemaakt van micaplaatjes en isolatieringen. Voor de transistoren kunnen verschillende typen worden genomen (zie de componentenlijst).

Afb. 12 geeft een indruk van de gemonteerde print. Hierop is te zien dat de drie printtransistoren allemaal zijn voorzien van een koellichaampje. Deze kunnen met M3 materiaal aan de print worden vastgeschroefd. Isolatie t.o.v. de betreffende transistor is niet noodzakelijk. Let er wel op dat de koellichaampjes elkaar niet raken. Om verdere montage te vergemakkelijken is het aan te raden de externe printaansluitpunten te voorzien van aansluitpennen.



Afb. 12 Deze foto toont de compleet gemonteerde print. De drie printtransistoren zijn voorzien van kleine koellichaampjes.

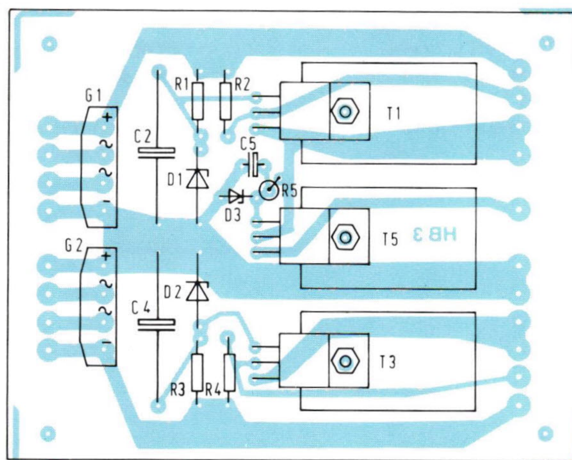
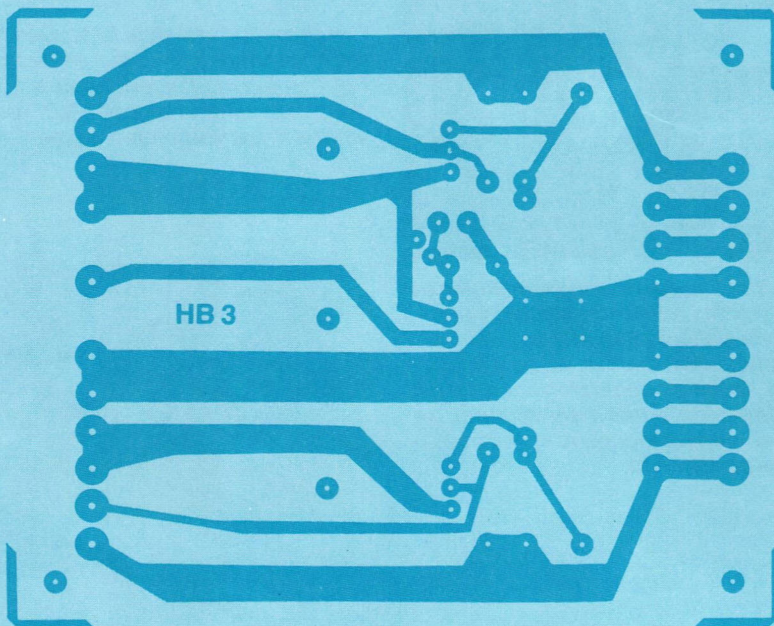


Fig. 11 De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 9 op de lay-out van fig. 10. Transistor T2 en T4 worden extern op koelvlakken aangebracht.

Fig. 10 De print lay-out, voor de schakeling volgens fig. 9. De schaal is hier 1 : 1 en het aanzicht is dat van de soldeerzijde.



Componentenlijst:

weerstanden:
R1, R3 = 270 Ω/¼ W
R2, R4 = 10 Ω/¼ W
R5 = 1,5 kΩ/½ W

condensatoren:
C1, C3 = 4700 μF/63 V
voor eindtrap OM931 (2 x 40 W)
C1, C3 = 10 000 μF/63 V
voor eindtrap OM961 (2 x 75 W)
C2, C 4 = 100 μF/40 V, axiaal
C5 = 100 μF/25 V, axiaal

halfgeleiders:
G1, G2 = bruggelijkrichter, BY225-100, BY225-200
T1, T5 = BD203, TIP29A . . . C
T2 = BDV64, TIP2955
T3 = BD204, TIP30A . . . C
T4 = BDV65, TIP3055
D1, D2 = zenerdiode, 36 V/1,5 W (BZX87)
D3 = zenerdiode, 15 V/400 mW

overige componenten:
Tr1 = voedingstransformator, 220 V primair, 2 x 30 V/2,5 A secundair voor 2 x 60 W effectief uitgangsvermogen, Amroh-type P287
S1 = schakelaar, enkelpolig aan/uit voor 220 V, met verlichting
Z = zekering 1A, traag
1 zekeringhouder, chassismontage
3 koellichaampjes voor TIP-behuizing
3 moertjes M3
3 boutjes M3 x 10 mm
19 printpennen, 1 mm rond
1 print HB 3

Bouwontwerp

Let bij de montage goed op de aansluitpolariteit van de elco's en aansluitrichting van de zenerdioden. Elco C5 moet vertikaal worden geplaatst. Hetzelfde geldt voor weerstand R5. Zorg bij de mechanische bewerkingen dat de afstand tussen de voedingstrafo, elco's C1 en C3, transistoren T2 en T4 en de printaansluitpunten niet te groot is. Neem vooral niet te dun draad. Het beste is ten minste 1 mm² te nemen, terwijl 1,5 mm² de voorkeur heeft. Voor het aansluiten van de primaire trafowikkeling (zie fig. 13) kan het beste dik geïsoleerd tweelingsnoer worden gebruikt. Gemakkelijk is het verder voor S1 een schakelaar te nemen met ingebouwde verlichting. Voor zekering Z moet een chassishouder worden genomen, die aan de achterzijde van de kast kan komen. Ter verduidelijking van de externe verbindingen van de print geeft fig. 13 nog een gedetailleerde schets. Voor de voedingsnul zijn twee punten (13 en 14) beschikbaar. Het maakt niet uit welke er wordt gebruikt.

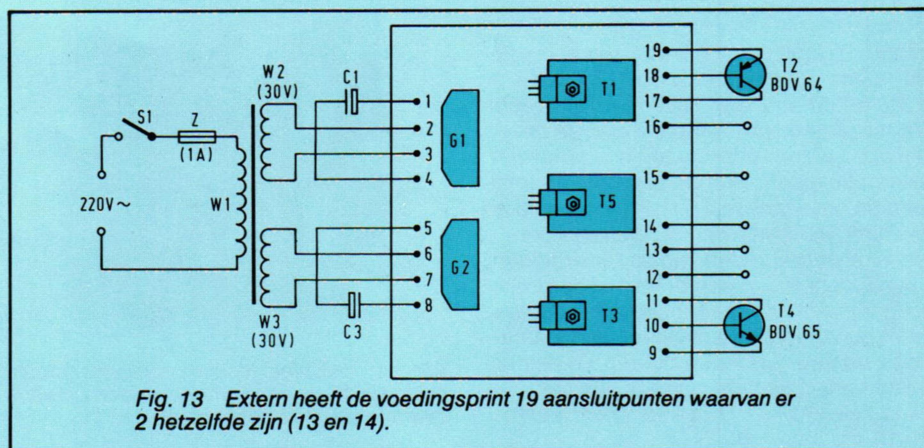


Fig. 13 Extern heeft de voedingsprint 19 aansluitpunten waarvan er 2 hetzelfde zijn (13 en 14).

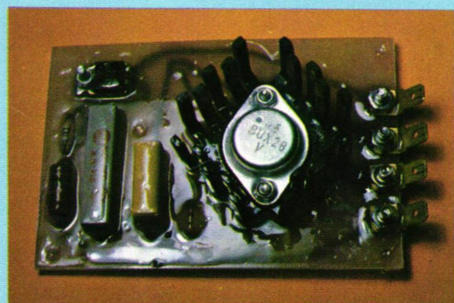
Tot slot nog het volgende: de transistoren T2 en T4 hebben SOT-93 behuizingen. Deze lijken veel op de TIP-behuizing SOT-82 en zijn alleen iets groter. Als een SOT-93 behuizing zo wordt vastgepakt, dat de aansluitdraden naar beneden wijzen en de metalenkoelplaat naar achteren, dan zit de collectoraansluiting in het midden, de basis links en de emitter rechts.

(wordt vervolgd)

In het volgende nummer:

Transistorontsteking.

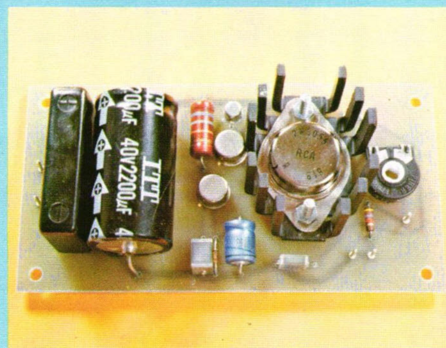
Bij een conventionele ontsteking slijten de contactpuntjes op twee manieren: het nokje slijt en de contactoppervlakken branden in. Vooral deze laatste slijtage draagt er toe bij dat de punten om de 10 000 km vervangen moeten worden.



Bij een transistorontsteking schakelen de punten slechts een kleine stroom waardoor deze slijtage sterk afneemt. In het Hob-bit lab ontwikkelden wij zo'n ontsteking die verder als voordelen heeft dat het ontstekingstijdstip niet meer verloopt, de betrouwbaarheid toeneemt en het brandstofverbruik afneemt.

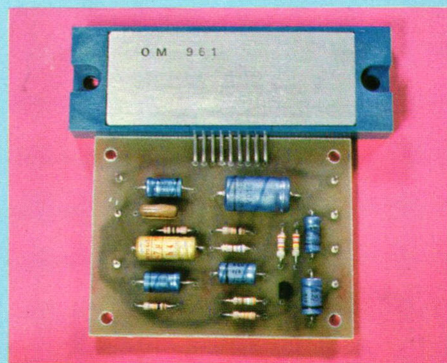
6, 9 en 12 volt voeding.

Het komt vaak voor dat een transistorradiootje gerepareerd moet worden, of dat de autoradio het niet meer doet. Zeer veel apparaten werken met een voedingspanning die constant is en meestal 6, 9 of 12 volt bedraagt. De autoradio werkt bijvoorbeeld op 12 volt, maar het transistorradiootje op een 9 volt batterijtje.
Om deze apparaten te laten werken of te repareren moeten we dus de beschikking hebben over een voeding die één van deze spanningen afgeeft. Zo'n voeding vindt u in het volgende nummer.



Versterkersysteem (2).

In het tweede deel van onze stereoversterker voor zelfbouw wordt de eindversterker beschreven.



Tesamen met de in dit nummer beschreven voedingsschakeling en het laatste deel, waarin de voorversterker met de volume, balans en toonregeling wordt besproken, heeft u een complete handleiding waarmee u uw eigen kwaliteitsversterker kunt opbouwen.

Met Kluwer naar de elektronica-vakbeurs in München



Van 6 tot 12 november a.s. wordt de 9e internationale vakbeurs „Elektronica '80" te München gehouden.

De ontwikkeling van deze tentoonstelling houdt gelijke tred met de rasse evolutie van de elektronica op de wereldmarkt.

Zelfs na 17 jaar staat de elektronica-beurs te München nog steeds bovenaan in de internationale vakwereld. Een bezoek aan deze elektronica-beurs geeft u een uitstekend inzicht in het complexe gebied der elektronica.

Wat biedt u deze vakbeurs?

Componenten en systemen voor ontwikkeling en produktie van apparatuur voor de informatie- en meettechniek, de industriële en elektronica en aanverwante gebieden.

Tot de exposanten behoren ook software bureaus, adviesbureaus en andere dienstverlenende bedrijven.

Kluwer stelt haar lezers in de gelegenheid om deze interessante en toonaangevende elektronica-vakbeurs te bezoeken.

In samenwerking met een erkend ANVR-reisbureau zijn wij erin geslaagd 2-en 3 daagse vliegreizen naar München te organiseren.

2-daagse reis:
vertrek op maandag 10 en dinsdag 11 november 1980.
Reissom: *f* 565,– p.p./Bfr. 8650

3-daagse reis:
vertrek op donderdag 6 november.
Reissom: *f* 640,– p.p./Bfr. 9800

In de reissom zijn begrepen:
a) vliegreis Amsterdam/München v.v. per lijndienst
b) akkommodatie op basis van logies/ontbijt
c) vervoer luchthaven/hotel v.v.
d) toegangsbiljet

U logeert in het eersteklasse hotel Arnulf, dat centraal in München is gelegen.

Toeslag 1-persoonskamer: *f* 30,– p.p. per nacht./Bfr. 460

Boekingscoupon

Deze coupon in envelop, zonder postzegel sturen naar:

Kluwer Technische Tijdschriften B.V.
Afdeling vakreizen Antwoordnummer 7
7400 VB Deventer

voor België: Desguinlei 102, bus 7 2000 Antwerpen
na 1-10-80: Putlei 33 2000 Antwerpen

Ik/wij maak/maken graag gebruik van uw aanbod met Kluwer te reizen naar de Elektronica 80 – vakbeurs te München.

U kunt ook telefonisch reserveren.
Tel. 05700-9.16.97/9.14.66

Naam: dhr/mvr./mej. ____________

Naam: dhr/mvr/mej. ____________

Adres: ____________

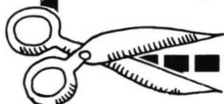
Postcode: ________ Plaats: ____________

Gewenste reis:
☐ 2-daagse reis- vertrek: 10 /11 nov.
☐ 3-daagse reis- vertrek: 6 nov.

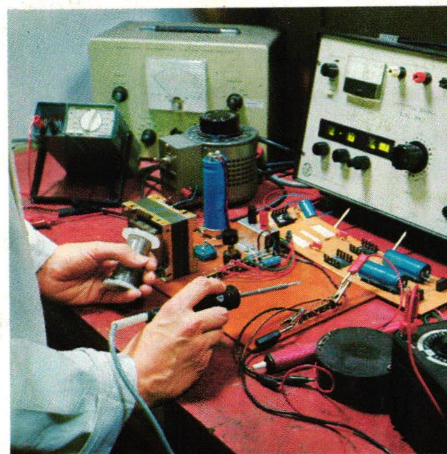
Gewenste kamer:
☐ 1-persoons
☐ 2-persoons

Handtekening: ____________





Omcirkel no. A13 op de Infokaart.







Geef Uw soldeerwerk een professioneel uiterlijk.

De Weller SPI reeks soldeerbouten is ontworpen om de amateur professioneel soldeergereedschap te geven om zowel fijn elektronisch als zeer zwaar soldeerwerk te doen.

De hobbyist vindt in deze range van zes afmetingen de juiste bout voor elektronische en elektro-technische toepassing.

Deze bouten hebben de bekende Weller "longlife" verijzerde stiften en beproefde elementen. Zij zijn dus sterk en veelzijdig en op grote schaal bruikbaar voor reparatie-en servicedoeleinden.

De Weller SPI soldeerbouten hebben VDE, CEE en het keurmerk van veel Europese landen en zijn een "must" voor de elektronika-man thuis, die alleen het allerbeste wenst.



Lufkin

Officiële leverancier van meetbanden voor de Olympische Spelen 1980 in Moskou.

Omcirkel no. A14 op de Infokaart.

The Cooper Group Deutschland GmbH
Zeppelinstraße 3
Postfach 140, D-7122 Besigheim
Tel: (07143) 3866. Telex: 724928 Weld d

The Cooper Group

CRESCENT·LUFKIN·NICHOLSON·WELLER·WISS·XCELITE

